



**Sílvia Carina Lopes
Pereira**

**Ecoeficiência na Indústria – O que não se pode
medir não se pode gerir**



**Sílvia Carina Lopes
Pereira**

**Ecoeficiência na Indústria – O que não se pode
medir não se pode controlar**

dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Myriam Alexandra dos Santos Batalha Dias Nunes Lopes, Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho aos meus pais, Graça e José Pereira, às minhas irmãs, Tânia, Adriana e Catarina!

“Não herdamos o planeta Terra dos nossos pais. A Terra foi-nos emprestada pelos nossos filhos para nela vivermos.”

Antoine Saint-Exupéry

o júri

presidente

Professor Doutor Luís António da Cruz Tarelho

Professor Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Professor Doutor Manuel Guilherme Caras Altas Duarte Pinheiro

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil do Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa

Professora Doutora Myriam Alexandra dos Santos Batalha Dias Nunes Lopes

Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

(Orientadora)

agradecimentos

Começo por agradecer à Professora Doutora Myriam Lopes pela orientação, pela ajuda e pela crítica ao meu trabalho.

Agradeço amavelmente a toda a equipa Ecoinside pela forma acolhedora como fui recebida e tratada durante estes meses. Obrigado por me terem feito crescer como profissional e como ser humano, foi um prazer integrar esta equipa. Destaco o meu profundo agradecimento ao Dr. Joaquim Guedes, agradeço a ajuda, a orientação, o conhecimento que me soube transmitir e a constante crítica. Obrigado pela motivação e o reconhecimento ao meu trabalho que sempre demonstrou, que tanto me ajudaram a lutar e nunca desistir mesmo nos piores momentos, quando parecia que as coisas não tinham solução. Sem o contributo dele este trabalho não seria possível, e estas palavras não chegam para demonstrar a gratidão que sinto. Agradeço também ao Eng.º Fernão Valente pela ajuda e paciência, que sempre teve comigo nos constantes pedidos de ajuda com a base de dados. E às minha colegas de equipa Marta Martins, Cristiana Teixeira e Luísa Teixeira, pelo apoio, pelo laços criados e pelo sentimento de inter-ajuda que sempre dominou esta nossa passagem pela Ecoinside.

Agradeço aos meus amigos, em especial à Rita Silva (a estrelinha do meu coração), à Raquel Pereira (a Raquelita), ao Daniel Fernandes e ao João Tavares pelo apoio, pela companhia, pelas risadas sem sentido, por tudo e por nada. Obrigado por me tornarem uma pessoa mais feliz e completa, muito contribuíram sem terem consciência disso por vezes. E ao recente, mas não menos importante, amigo João Fradinho, obrigado pelo apoio, pelo incentivo, pela ajuda e pela constante crítica ao meu trabalho ao longo destes meses.

E por fim, porque os últimos são sempre os primeiros, agradeço aos meus pais, Graça e José Pereira por me terem dado a oportunidade de alcançar o meu objectivo, agradeço a motivação e confiança depositada, que desde criança me transmitiram, foi ela que me tornou a pessoa que sou hoje. Tudo o que sou devo-o a vós! Agradeço às minhas queridas irmãs, Tânia, Adriana e Catarina. Obrigado pelo apoio que sempre me deram, as palavras de incentivo nas horas difíceis e o amor que todos os dias me transmitem. Peço ainda desculpas pelas horas ausente e pela falta de tempo que muitas vezes surgiu, desculpem as explicações das disciplinas que não pude dar, e desculpem os dias passados sem mim, Adoro-vos mais que tudo, obrigado por me fazerem feliz!

E obrigado Meu Deus por tudo o que me dás!

palavras-chave

Ambiente, Ecoeficiência, Economia, Indústria e Sustentabilidade

Resumo

A protecção do ambiente e a inclusão da componente ambiental nas estratégias de gestão da actividade industrial ganha novos contornos através do conceito de ecoeficiência. Pelo que continuar a negligenciar o ambiente por questões de viabilidade económica das actividades deixa de poder ser considerada uma justificativa credível.

Com este trabalho pretendia-se a elaboração de um Manual de Avaliação de Ecoeficiência para a Indústria, pelo que estrategicamente se dividiu a investigação em dois domínios. A investigação de carácter teórico e técnico visou a assimilação do conhecimento do tipo de sistemas que existem na indústria e o seu funcionamento, a detecção de falhas e oportunidades de melhoria, e ainda pressupôs o levantamento de toda a legislação vigente no âmbito da indústria em geral. De seguida foi feita uma investigação de carácter prático, de modo a garantir a operacionalidade e aplicabilidade da Lista de Verificação desenvolvida. A verificação da lista em campo permitiu demonstrar a aplicação da lista a qualquer sector industrial, bem como garantir a sua aplicação prática.

Dessa investigação e pesquisa resultou o Manual de Avaliação de Ecoeficiência para a Indústria. Esta ferramenta contempla a metodologia das auditorias de ecoeficiência, a listagem de toda a informação que deve ser recolhida, o tratamento de dados quantitativo que deve ser dado a essa informação e por fim como deve ser feita a apresentação dos resultados.

A ecoeficiência na indústria permite dar resposta a problemas actuais no domínio da economia e ambiente, sendo o papel do sector industrial na protecção do ambiente é crucial e é urgente que passe a ser uma realidade a inclusão da componente ambiental no quotidiano da actividade industrial. Pretende-se com este trabalho contribuir para a melhoria da performance da indústria de forma rigorosa técnica e cientificamente e ao mesmo tempo de forma prática.

keywords

Ecoefficiency, Economy, Environment, Industry and Sustainability

Abstract

Environmental protection and inclusion of environmental component in the management strategies of the industry gained new contours through the concept of eco-efficiency. So continue to ignore the environment due to economic viability of the activity no longer be considered a credible explanation.

This work was to the development of a Manual for the Assessment of Ecoefficiency for Industry, which is strategically divided into two research areas. The investigation of the theoretical and technical knowledge aimed at assimilation of the type of systems that exist in the industry and its operation, the detection of failures and opportunities for improvement, and also assumed the lifting of all existing legislation within the industry in general. Next, it was made an investigation of a practical nature to ensure the operability and applicability of Checklist developed. The checklist in the field has demonstrated the application of the list to any industry and ensure its implementation.

Such investigation and research resulted in a Manual for the Evaluation of Industrial Ecoefficiency. This tool includes the methodology of eco-efficiency audits, the list of all information to be collected, the quantitative processing of information and finally how to present the results (communication).

The eco-efficiency in the industry can respond to current problems in the field of economy and environment, and the role of industry in environmental protection is crucial and it is urgent that it will become a reality to include the environmental component of industrial activity in daily life. It is with this work to help improve the performance of industry in technical and scientifically rigorous while in practice.

Índice Geral

Índice de Figuras	v
Índice de Tabelas.....	vii
Glossário.....	ix
Abreviaturas	xiii
Nomenclatura	xv
Lista de compostos químicos.....	xvii
 Capítulo 1	 1
1. Introdução.....	1
 Capítulo 2	 5
2. Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental	5
2.1. Desenvolvimento sustentável.....	6
2.2. O desenvolvimento sustentável nas organizações.....	8
2.3. Gestão ambiental nas organizações.....	9
 Capítulo 3	 11
3. A Ecoeficiência e as suas dimensões.....	11
3.1. Ecoeficiência numa perspectiva histórica	13
3.2. Dimensão social	13
3.3. Dimensão económica	14
3.4. Dimensão ambiental.....	14
3.5. Dimensão política	15
3.6. Oportunidades emergentes	15
3.7. Avaliação e monitorização da ecoeficiência	17
3.7.1. Conjunto de indicadores de aplicação genérica	20
3.7.2. Desenvolvimento de indicadores específicos	23
3.8. Ecoeficiência vs Produção Mais Limpa	24
 Capítulo 4	 27
4. Metodologia da dissertação	27
 Capítulo 5	 29
5. A caracterização da Indústria	29
5.1. A industrialização e o ambiente	29
5.2. Impactes ambientais associados à actividade industrial.....	29
5.2.1. Emissões atmosféricas	30
5.2.2. Emissões para o meio hídrico	30
5.2.3. Contaminação do solo	31
5.2.4. Produção de resíduos	31
5.2.5. Consumo de recursos naturais	32

5.3.	As tecnologias presentes na Indústria	33
5.3.1.	Energia eléctrica	33
5.3.1.1.	Tarifas de energia eléctrica	34
5.3.1.2.	Qualidade da energia eléctrica	35
5.3.1.3.	Energia reactiva	36
5.3.2.	Sistemas térmicos	37
5.3.2.1.	Sistema gerador de vapor.....	38
5.3.2.2.	Transferência de calor.....	40
5.3.3.	Sistemas eléctricos.....	42
5.3.3.1.	Motores eléctricos.....	43
5.3.3.2.	Sistema de bombagem	45
5.3.3.3.	Sistema de ar comprimido	47
5.3.3.4.	Sistemas de ventilação	49
5.3.3.5.	Sistemas de frio industrial.....	50
5.3.4.	Iluminação	51
5.3.4.1.	Lâmpadas	52
5.3.4.2.	Luminárias	53
5.3.5.	Sistema de auto-produção de energia	54
Capítulo 6	57
6.	Instrumentos de base à ecoeficiência industrial.....	57
6.1.	Enquadramento legislativo.....	57
6.1.1.	Águas e águas residuais	57
6.1.2.	Emissões atmosféricas.....	57
6.1.3.	Resíduos	58
6.1.4.	Energia.....	58
6.1.5.	Licenciamento industrial	58
6.1.6.	Licenciamento ambiental (PCIP).....	59
6.1.7.	Ruído	59
6.2.	Instrumentos de carácter voluntário	59
6.2.1.	Sistema de Gestão Ambiental	60
6.2.2.	Política Integrada de Produtos	61
6.2.3.	Actuação Responsável e a indústria química.....	63
6.2.4.	Responsabilidade Social	65
6.2.4.1.	Gestão de recursos humanos.....	65
6.2.4.2.	Gestão do impacte ambiental	66
Capítulo 7	67
7.	Manual de Avaliação da Ecoeficiência para a Indústria.....	67
7.1.	Metodologia das auditorias	67
7.1.1.	Planeamento	68

7.1.2. Trabalho de campo	75
7.2. Lista de Verificação de Ecoeficiência para a Indústria	77
7.2.1. Investigação da aplicabilidade e operacionalidade	77
7.2.2. Lista de Verificação de Ecoeficiência	80
7.3. Tratamento de dados	91
7.4. Comunicação dos resultados	101
Capítulo 8	103
8. Conclusões	103
Referências bibliográficas	107
Anexo 1 – Apresentação da empresa Ecoinside	116
Anexo 2 – Classificação de equipamentos	117
Anexo 3 - Legislação de água e águas residuais.....	120
Anexo 4 - Legislação de emissões atmosféricas.....	122
Anexo 5 - Legislação de resíduos.....	125
Anexo 6 - Legislação de energia	126
Anexo 7 - Legislação de licenciamento industrial.....	130
Anexo 8 - Legislação de licenciamento ambiental (PCIP)	131
Anexo 9 - Legislação ruído	132
Anexo 10 - Auditorias de Ecoeficiência: preparação antes da saída	133
Anexo 11 - Fluxograma do processo produtivo da indústria de vinificação e engarrafamento de vinho	134
Anexo 12 - Fluxograma de processo produtivo da indústria de abate de aves e processamento de subprodutos	138

Índice de Figuras

Figura 1 - Representação esquemática das dimensões do desenvolvimento sustentável.....	7
Figura 2 – Esquematização da metodologia da investigação.....	27
Figura 3 – Ecoeficiência no sector de indústria em termos de emissões.	30
Figura 4 – Produção de resíduos industriais.	32
Figura 5 – Consumos de energia de acordo com diferentes sectores.....	32
Figura 6 – Períodos horários da opção da tarifa bi-horária.....	34
Figura 7 – Períodos horários da opção da tarifa tri-horária.	35
Figura 8 - Períodos horários da opção da tarifa tetra-horária.	35
Figura 9 – Representação esquemática de uma compensação de energia reactiva com uma bateria de condensadores. (Fonte: ADENE, 2004)	37
Figura 10 - Representação e fotografia de um sistema a vapor pirotubular.....	39
Figura 11 - Representação de um sistema de vapor aquatubular.....	39
Figura 12 – Representação esquemática do consumo de energia na indústria.	44
Figura 13 – Curvas relativas à classificação do rendimento de motores eléctricos acordada pela CEMEP....	45
Figura 14 – Diagrama da classificação das bombas.	46
Figura 15 - Representação esquemática de uma bomba centrífuga.	46
Figura 16 – Representação de uma bomba volumétrica.	47
Figura 17 – Representação esquemática de uma instalação de produção de ar comprimido.....	48
Figura 18 – Representação esquemática de um sistema de frio.....	50
Figura 19 – Representação esquemática do balanço energético com e sem cogeração.	54
Figura 20 – Representação esquemática de um sistema Topping cycle.	55
Figura 21 – Representação esquemática de um sistema bottoming cycle.	55
Figura 22 – Organizações com sistemas de gestão ambiental certificadas pela ISO 14001 e EMAS.	59
Figura 23 – Diagrama do procedimento para tratamento de informação de energia eléctrica na fase de planeamento.	71
Figura 24 - Diagrama do procedimento para tratamento de informação do consumo de água na fase de planeamento.	72
Figura 25 - Diagrama do procedimento para tratamento de informação do consumo de combustíveis na fase de planeamento.	73
Figura 26 - Diagrama do procedimento para tratamento de informação do consumo de matérias-primas e subsidiárias na fase de planeamento.	74
Figura 27 - Diagrama do procedimento para tratamento de informação relativa à produção de resíduos na fase de planeamento.	75
Figura 28 – Representação esquemática dos diferentes tipos de motores eléctricos.	117
Figura 29 – Representação esquemática da classificação dos compressores.....	117
Figura 30 – Loteamento, tratamento, filtração e estabilização de vinhos.....	134
Figura 31 – Linha de engarrafamento de garrafas.	135

Figura 32 – Linha de engarrafamento de garrações.	136
Figura 33 – Vinificação.	137
Figura 34 – Abate de aves e processamento da carne.....	138
Figura 35 – Processo de farinação de subprodutos de animais terrestres.	139
Figura 36 - Processo de farinação de subprodutos de peixe.	139

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Indicadores de valor de aplicação genérica para avaliações de ecoeficiência.	20
Tabela 2 - Indicadores de influência ambiental genéricos para avaliações de ecoeficiência.....	21
Tabela 3 - Indicadores de influência ambiental genéricos para avaliações de ecoeficiência.....	22
Tabela 4 – Classificação do tipo de lâmpadas de acordo com eficiência e área de aplicação.	53
Tabela 5 – Indicadores utilizados na comunicação dos resultados da avaliação da ecoeficiência.	92
Tabela 6 – Valores típicos de forma.....	99

Glossário

Alternador – Máquina que transforma energia mecânica em energia eléctrica. O alternador é um gerador síncrono, num circuito fechado flui uma corrente alternada que se torna maior quanto mais alta for a rotação e quanto mais forte for o campo magnético.

(kosow, 2005)

Binário - O binário do motor pode ser entendido como a energia mecânica que o motor é capaz de produzir em cada rotação. Traduz por isso a capacidade que o motor tem de produzir trabalho.

(kosow, 2005)

Biomassa – Biocombustível com origem nos produtos e resíduos da agricultura (incluindo substâncias vegetais e animais), os resíduos da floresta e das indústrias conexas e a fracção biodegradável dos resíduos industriais urbanos.

(Portal das energias renováveis)

Calor – Forma de energia que origina o aumento de temperatura ou mudança de fase de um elemento. É produzido por transformação do trabalho mecânico, por absorção de ondas electromagnéticas, na sequência de reacções químicas e nucleares e, em geral, na sequência de qualquer transformação energética. Inicialmente medido em calorias (cal), a actual unidade de medida do calor é o Joule, usado pelo Sistema Internacional.

(Portal das energias renováveis)

Calor específico – Capacidade que uma substância possui em absorver ou transferir calor e define-se como a quantidade de energia (J), necessária para aumentar a temperatura de 1kg dessa substância em 1°C.

(Matos, 2008)

Calor latente – Por calor latente entende-se a energia térmica posta em jogo quando uma substância muda de fase; esta forma de energia é particularmente importante no caso da água, que constitui a humidade, para o estudo em questão.

(Matos, 2008)

Calor sensível – Por calor sensível entende-se a energia térmica acumulada numa massa material e que é proporcional à diferença entre a temperatura do material e a temperatura de referência.

(Matos, 2008)

Condutibilidade térmica – Capacidade que uma substância possui para transmitir calor por condução.

(Portal das energias renováveis)

COP – É a relação entre a potência calorífica total dissipada e a potência eléctrica total consumida, durante um período típico de funcionamento. Define, assim, a eficiência do aparelho. Quanto mais for esse valor, maior será a eficiência do equipamento em causa. (Portal das energias renováveis)

Emissividade – Medida da emissão radiante do corpo a um determinado comprimento de onda. Por definição a emissividade de um corpo negro é unitária em todos os comprimentos de onda, e de uma substância real encontra-se entre zero e um. (Borrego, 2003)

Energia eléctrica - É a geração de diferenças de potencial eléctrico entre dois pontos que permite estabelecer uma corrente eléctrica entre ambos. Mediante a transformação adequada é possível obter que essa energia se transforme em outras formas finais de uso directo, luz, movimento ou calor, segundo os elementos da conservação da energia. (Kosow, 2005)

Entalpia – Corresponde ao calor que entra na formação de um vapor, considerando-se como ponto de partida a fase líquida na zona de saturação a 0°C. (Macintyre et al., 1990)

Isolamento térmico – Material com a capacidade de reduzir, de forma acentuada, as trocas de calor entre o exterior e o interior de um determinado espaço ou equipamento. (Portal das energias renováveis)

Licença ambiental - Decisão escrita que visa garantir a prevenção e o controlo integrados da poluição proveniente das instalações abrangidas pelo presente decreto-lei, estabelecendo as medidas destinadas a evitar, ou se tal não for possível, a reduzir as emissões para o ar, a água e o solo, a produção de resíduos e a poluição sonora, constituindo condição necessária da exploração dessas instalações. (DL 173/2008)

Poder Calorífico - É a quantidade de energia libertada aquando da sua oxidação. Pode ser expresso em duas formas: poder calorífico superior (PCS) e poder calorífico inferior (PCI). O PCS é o conteúdo total de energia libertada quando o combustível é oxidado, incluindo a energia para vaporização do seu conteúdo em água representando, assim, a quantidade máxima de energia potencialmente recuperável. O PCI só engloba a energia libertada na oxidação do combustível. Em termos práticos, o calor latente contido no vapor de água não pode ser utilizado de forma eficaz e, por conseguinte, o PCI é o valor adequado a considerar em cálculos energéticos.

(McKendry, 2002)

Pressão – Força exercida numa unidade de área de uma superfície. (Portal das energias renováveis)

Sistema trifásico - Corrente eléctrica composta por três fases desfasadas 120° , neutro e terra, uma fase é um sinal de tensão alternada. (Ribeiro de Sá, 2008)

Sistema monofásico – Corrente eléctrica composta apenas por uma fase, neutro e terra. (Ribeiro de Sá, 2008)

Superfície de aquecimento - É toda a parte metálica que é banhada, por um lado, pelo fluído quente (gases de combustão), ou até mesmo sujeita à radiação da chama, e por outro pelo fluído a aquecer. (Ribeiro de Sá, 2008)

Valor Acrescentado Bruto (VAB) - Diferença entre o valor bruto da produção de um sector (rendimentos totais recebidos da venda do produto ou serviço) e o custo das matérias-primas e de outros consumos no processo produtivo. (REA, 2007 citando INE)

Valor Limite de Emissão - A massa, expressa em função de determinados parâmetros específicos, a concentração ou o nível de uma emissão que não deve ser excedido durante um ou mais períodos determinados. (DL n°173/2008)

Transformador - Transformadores são equipamentos sem partes moveis e cujo o funcionamento assenta em princípios de campos magnéticos, o seu objectivo é transformar um nível de tensão em outro nível. (Ribeiro de Sá, 2008)

Transientes - São picos rápidos na forma de onda de voltagem (ou corrente). Podem conter tanta energia que podem afectar ou até danificar equipamentos electrónicos sensíveis. (Fluke, 2006)

Abreviaturas

AA – Auditoria Ambiental

ADENE – Agência para a Energia

AEA – Agência Europeia do Ambiente

AE - Auditoria de Ecoeficiência

APA - Agência Portuguesa do Ambiente

APEQ – Associação Portuguesa das Empresas Químicas

AR – Actuação Responsável

BT – Baixa Tensão

CQE – Complexo Químico de Estarreja

CIE – Consumidores Intensivos de Energia

DGA – Direcção Geral do Ambiente

DL - Decreto-Lei

DS – Desenvolvimento Sustentável

EMAS – Eco Management and Audit Scheme

ETARI – Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais

GEE – Gases com Efeito Estufa

GRI - Global Reporting Initiative

GWP – Global Warming Potential

HACCP - Hazard Analysis Critical Control Points

I&D - Investigação e Desenvolvimento

IE – Indicador de Ecoeficiência

ISO – International Organization for Standardization

MT – Média Tensão

OCDE – Organization for Economic Co-operation and Development

ODS - Ozone Depleting Substance

PACOPAR - Painel Consultivo Comunitário do Programa de Actuação Responsável

PCI – Poder Calorífico Inferior

PCIP – Prevenção e Controlo Integrado de Poluição

PIP – Política Integrada de Produtos

PQ – Protocolo de Quioto

REA – Relatório de Estado do Ambiente

REACH - Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical Substances

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

UE – União Europeia

UNEP - United Nations Environmental Program

WBCSD – World Business Council for Sustainable Development

WRAP – Waste Reduction Always Pays (a redução de desperdícios recompensa sempre)

VEV – Variador Electrónico de Velocidade

VLE - Valor Limite de Emissão

3P's – Pollution Prevention Pay (a prevenção da poluição recompensa)

Nomenclatura

A – Área superficial	[m ²]
B – Factor de forma	
cp – Calor específico médio referido a T ⁰	[kJ/kg°C]
cp _{água} - Calor específico médio da água referido a T ⁰	[kJ/kg°C]
cp _{ar} - Calor específico médio do ar referido a T ⁰	[kJ/kg°C]
cp _c – Calor específico médio do combustível referido a T ⁰	[kJ/kg°C]
cp _{gases} – Calor específico médio dos gases referido a T ⁰	[kJ/kg°C]
cp _{vapor} – Calor específico médio do vapor referido a T ⁰	[kJ/kg°C]
d _e – Diâmetro externo com isolante	[m]
d _i – Diâmetro interno com isolante	[m]
e – Espessura	[m]
E _{comb} – Energia disponível no combustível	[kWh]
E _{eléctrica} – Energia eléctrica produzido	[kWh]
E _{térmica} – Energia térmica produzida	[kWh]
M – Caudal mássico	[kg/h]
M _{água} – Caudal mássico da água	[kg/h]
M _{ar} – Caudal mássico de ar	[kg/h]
M _{comb} – Caudal mássico do combustível	[kg/h]
M _{cond} – Caudal mássico dos condensados	[kg/h]
M _{vapor} – Caudal mássico de vapor	[kg/h]
En – Energia eléctrica produzida	[kWh]
h – Coeficiente de transmissão de calor por convecção	[W/m ² °C]
h _g - Entalpia específica do vapor de água saturado	[kJ/kg]
h _{fg} - Entalpia específica de vaporização da água	[kJ/kg]
H _L – Calor latente associado ao material	[kJ/h]
H _s – Calor sensível associada ao material	[kJ/h]
k – Condutibilidade térmica do material	[W/m°C]
L – Comprimento da tubagem	[m]
q – Perda de calor por metro quadrado	[kcal/h m ²]
Q – Energia associada ao material	[kJ/h]
Q _{água} – Energia associada à água de alimentação	[kJ/h]
Q _{ar} – Energia associada ao caudal de ar admitido ao processo de combustão	[kJ/h]
Q _c – Taxa de transmissão de calor por condução	[W]

Q_{comb}	– Energia associada à combustão	[kJ/h]
Q_{cond}	– Perdas de energia associadas aos condensados formados no processo	[kJ/h]
Q_{cv}	– Taxa de transmissão de calor por convecção	[W]
Q_f	– Perdas de energia associadas às fugas	[kJ/h]
Q_{gases}	– Perdas de energia associada aos gases de exaustão	[kJ/h]
Q_{inq}	– Perdas de energia associadas aos inqueimados	[kJ/h]
$Q_{\text{p paredes}}$	– Perdas de energia pelas paredes da caldeira, por convecção e radiação	[kJ/h]
Q_{perdas}	– Perdas de energia pelas paredes dos equipamentos	[kJ/h]
Q_{purgas}	– Perdas de energia associadas às descargas de purgas	[kJ/h]
Q_r	– Taxa de transmissão de calor por radiação	[W]
Q_{vapor}	– Energia associada ao vapor de água	[kJ/h]
PCI	– Poder calorífico inferior do combustível	[kJ/kg]
P_r	– Pressão relativa	[bar]
T	– Temperatura	[°C]
T_a	– Temperatura ambiente	[°C]
$T_{\text{água}}$	– Temperatura da água	[°C]
T_{ar}	– Temperatura do ar	[°C]
T_c	– Temperatura do combustível	[°C]
T_{ext}	– Temperatura exterior	[°C]
T_{gases}	– Temperatura dos gases de exaustão da caldeira	[°C]
T_{int}	– Temperatura interior	[°C]
T_{ref}	– Temperatura de referência	[°C]
T_s	– Temperatura da superfície	[°C]
U	– Coeficiente global de transmissão de calor	[kJ/h m ² °C]
U_c	– Coeficiente de transmissão de calor por convecção	[kJ/h m ² °C]
U_r	– Coeficiente de transmissão de calor por radiação	[kJ/h m ² °C]
W	– Teor de humidade dos gases	[kg _{H2O} /kg _{ar seco}]
σ	– Constante de Stefan-Boltzman	[W/m ² K ⁴]
ε	– Emissividade da superfície	

Lista de compostos químicos

HCl – Ácido clorídrico

HF - Ácido fluorídrico

H₂SO₄ – Ácido sulfúrico

NH₃ – Amoníaco

CH₃Br – Brometo de metilo

COV's – Compostos Orgânicos Voláteis

COVNM – Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos

CFC – Clorofluorcarboneto

NO₂ – Dióxido de azoto

CO₂ – Dióxido de carbono

SO₂ – Dióxido de enxofre

SF₆ – Hexafluoreto de enxofre

HBrFC – Hidrobromofluorcarboneto

HCFC – Hidroclorofluorcarboneto

HFC – Hidrofluorocarboneto

CH₄ – Metano

CO – Monóxido de carbono

N₂O – Óxido nitroso

PFC – Perfluorocarboneto

CHCl₃ – Triclorometano

Capítulo 1

1. Introdução

O trabalho desenvolvido no âmbito desta dissertação teve o apoio da empresa Ecoinside Lda. (ver Anexo 1), onde foi realizado em paralelo um estágio curricular sob a orientação do Dr. Joaquim Guedes. Este estágio revela-se essencial, para se desenvolver a sensibilidade necessária e conhecimento técnico prático das questões de gestão e organização industrial, aspectos indispensáveis para desenvolver o Manual de Avaliação da Ecoeficiência para a Indústria.

Neste capítulo, após se fazer uma breve contextualização da Ecoeficiência e apresentar os objectivos e âmbito da dissertação, bem como a motivação do estudo, será feita uma apresentação dos restantes capítulos da dissertação.

A degradação do ambiente e consequente impacto na sociedade tem vindo a tornar-se cada vez mais clara, mais incontestável e evidente. Nesse sentido a consciência ambiental e desenvolvimento de medidas mitigadoras e de minimização de impactes ambientais deve ser cada vez mais uma realidade.

O crescimento industrial se por um lado proporcionou crescimento económico e consequentemente o aumento da qualidade de vida, por outro gera fortes impactes ambientais, quer em termos de consumo de recursos naturais quer de poluição que origina. O conceito Indústria e Ambiente não podem ser antagónicos, e é nessa base que surgem ferramentas de apoio a uma gestão integrada, como é o exemplo da ecoeficiência.

É evidente a necessidade de gerir de forma racional e eficaz o ambiente, para que seja possível dar continuidade à espécie humana na Terra. A necessidade de gerir de forma sustentável todas as actividades que interajam directa ou indirectamente com o ambiente é irrefutável, porém é também fundamental salvaguardar a viabilidade económica de qualquer negócio. A ecoeficiência surge como forma de conciliar e associar a perspectiva económica e ambiental. (BCSD Portugal, 2000)

Através da ecoeficiência as organizações optam por uma gestão pró-activa em matéria de ambiente, integrando a componente ambiental na gestão da actividade. Desta forma, internaliza as responsabilidades ambientais na sua estratégia de negócio, o que as coloca em posições de destaque no mercado. Uma vez que os consumidores estão cada vez mais preocupados com o ambiente e bem informados, as suas escolhas na aquisição de bens e serviços recaí sobre organizações que se caracterizem por uma consciência ambiental expressiva e actuação responsável.

Espera-se que a ecoeficiência permita a produção de mais e melhor, gerando menos emissões e menor produção de resíduos. (BCSD Portugal, 2000). Esse novo paradigma de gestão tem repercussões muito benéficas na qualidade de vida da sociedade e pretende contribuir de forma prática, visível e clara para um desenvolvimento sustentável.

O conceito de desenvolvimento sustentável (DS) não deve restringir-se a concepções nem a teorias, deve ser exequível, pois embora referido em todo e qualquer regulamento, relatório ou debate ambiental, muitas vezes não é transposto para a realidade diária das actividades económicas. A ecoeficiência é um dos instrumentos que a Indústria tem ao seu dispor, para que de forma eficaz e cientificamente rigorosa passe a reger a sua estratégia de negócio de modo ambiental e economicamente sustentável.

Este trabalho tem como objectivo principal o desenvolvimento de um Manual de Avaliação da Ecoeficiência para a Indústria. Este Manual apresenta a metodologia de avaliação do estado de eficiência ambiental e económica da actividade industrial, pode ser considerado com uma guia de avaliação de Ecoeficiência na Indústria. Para além da investigação das fragilidades das tecnologias na indústria, que resultam em maiores impactes e elevados custos, também a aplicabilidade em campo da Lista de Verificação deve ser investigada para que seja possível desenvolver e validar esta ferramenta.

Os objectivos específicos a atingir no que respeita ao Manual prendem-se com a necessidade de contemplar os seguintes aspectos:

- Desenvolvimento de uma metodologia das Auditorias de Ecoeficiência;
- Desenvolvimento de uma Lista de Verificação de Ecoeficiência;
- Tratamento da informação quantitativa através da apresentação de indicadores de ecoeficiência;
- Criação de um modelo do relatório de diagnóstico do estado actual da actividade e modo de apresentação de resultados.

Pelo facto da Indústria contribuir de forma explícita e muito significativa para a degradação das funções naturais do ambiente, todos os desenvolvimentos em matéria de integração da componente ambiental, na política de gestão da actividade e projectos inovadores, representam um forte interesse e importância.

Desenvolver um Manual de Avaliação de Ecoeficiência para a Indústria representa um projecto inovador que contribui de forma eficaz para a sustentabilidade do ambiente, bem como para a evolução e disseminação do conceito em Portugal. É uma ferramenta de apoio à gestão que fornece informação de carácter ambiental baseada numa dimensão tecnológica e quantitativa. Através da

ecoeffiência a Indústria aproxima-se da sustentabilidade ambiental, e paralelamente, da criação de mais valor económico. A ecoeficiência constitui uma das formas mais eficazes de introduzir na política de gestão de uma actividade industrial, toda a regulamentação em vigor e estratégias aprovadas em matéria de ambiente.

Este trabalho representa também a fase inicial de um projecto inovador e ambicioso, que consiste numa aplicação informática que permite monitorizar todos os aspectos contemplados no conceito da ecoeficiência na indústria, pelo que representa um incentivo adicional para desenvolver este estudo profundo de eficiência na indústria baseado no princípio “o que não se pode medir não se pode gerir”.

O segundo capítulo apresenta o conceito de Desenvolvimento Sustentável e uma breve descrição das diferentes componentes que o constituem. Relaciona também o DS e Gestão Ambiental nas organizações, ou seja, evidencia o papel de relevo que as organizações têm no rumo à sustentabilidade.

O terceiro capítulo apresenta o conceito de Ecoeficiência e aborda de forma extensa todas as dimensões subjacentes a este conceito, como seja a social, a económica, a ambiental e política. Apresentam-se ainda alguns casos de sucesso relacionados com a inclusão de uma política de ecoeficiência na gestão de determinadas organizações. O modo de avaliação e monitorização da ecoeficiência é também uma temática abordada neste capítulo, onde é apresentado um conjunto de indicadores que são usados para avaliar a ecoeficiência. Por fim, é apresentada uma análise comparativa entre ecoeficiência e produção mais limpa dada a sua semelhança é essencial clarificar os limites de cada conceito.

O quarto capítulo expõe a metodologia de investigação que foi usada para o desenvolvimento desta dissertação.

O quinto capítulo caracteriza a actividade industrial e a sua interacção com o ambiente. É feita uma descrição do tipo de impactes gerados pela actividade industrial no ambiente, para além disso é feita uma caracterização técnica, são apresentados os principais sistemas (eléctricos, mecânicos, térmico) que constituem a indústria em geral. Esta caracterização revela-se fundamental para o desenvolvimento do conhecimento técnico indispensável para a criação da Lista de Verificação de Ecoeficiência.

O sexto capítulo apresenta a legislação aplicável à indústria, bem como são apresentados o conjunto de instrumentos de gestão ambiental de carácter voluntário. Quer a legislação vigente quer os instrumentos mencionados condicionam a avaliação da ecoeficiência e o grau de ecoeficiência das actividades industriais, pelo que este enquadramento é essencial.

O sétimo capítulo apresenta o Manual de Avaliação de Ecoeficiência para a Indústria, sendo composto pela metodologia das auditorias, a Lista de Verificação de Ecoeficiência, o tratamento de dados quantitativos que deve ser sujeita a informação recolhida e o modelo de comunicação de resultados.

E por fim, o oitavo capítulo apresenta as conclusões da investigação, respondendo aos objectivos apresentados neste capítulo, e as recomendações para estudos que devem ser desenvolvidos, para que gradualmente este conceito seja mais difundido e investigado a nível académico.

Capítulo 2

2. Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental

O modo como o Homem tem interferido na dinâmica natural da Terra tem reflexos significativos na sua sustentabilidade, intimamente ligada à sustentabilidade da vida no planeta. Devido aos actuais padrões de desenvolvimento, ao consumo intensivo de recursos, à redução da pobreza em alguns países, às melhores condições de segurança e ao aumento da esperança de vida, a natureza é colocada sob uma elevada pressão.

A designada acção antropogénica deve ser entendida de uma forma abrangente, dado que não inclui apenas as acções materiais, com reflexos físicos, mas também as intervenções intelectuais, com reflexos conceptuais. Neste âmbito não se deve restringir o leque de acções antropogénicas à geração de poluição e ao uso incontroável e insustentável dos recursos naturais, deve-se ter consciência de que propostas legislativas, como decisões políticas, elaboração de projectos ou programas de acções, conduzem também a impactes ambientais uns mediatos outros imediatos (Oliveira, 2005).

As acções geradas pelo Homem induzem e reflectem-se em impactes ambientais concretos, que podem em última instância traduzir-se em modificações na ecoesfera, originando um problema complexo, muito difuso e de difícil, senão impossível, resolução. Os padrões de crescimento e desenvolvimento que se tem vindo a assistir em larga escala, apesar de todos os esforços em contrário, têm sido responsáveis pelo agravamento da degradação do ambiente. Segundo (Oliveira, 2005) estas acções têm consequências muito diversas, tais como:

- Processos de erosão cujos efeitos se reflectem nas características e no comportamento do solo, da água e do ar;
- Fenómenos de dispersão e acumulação de poluentes e de resíduos;
- Processos de destruição de sistemas ambientais raros e/ou únicos;
- Sobreutilização de sistemas ambientais raros e/ou únicos;
- Utilização imponderada de recursos não renováveis ou localmente escassos;
- Desencadeamento de guerras ou de outros processos com efeitos cruéis sobre a sua envolvência, podendo implicar deslocações de população, os designados refugiados ambientais, que são obrigados a deslocar-se tanto por catástrofes humanas como por catástrofes naturais, estas últimas, reflexo de actividades antropogénicas, como o caso das alterações climáticas e as suas consequências.

Este tipo de problemas assumiu proporções tais que passaram a ser encarados como ameaças à sustentabilidade da vida humana a nível mundial, tornando-se crucial reconhecer a necessidade de intervir de forma consistente e fundamentada nos padrões de gestão e de desenvolvimento que se vinha assistindo. As Conferências das Nações Unidas sobre o Ambiente e Desenvolvimento representam um marco importante nesse reconhecimento.

2.1. Desenvolvimento sustentável

O desenvolvimento, económico ou tecnológico, é fundamental para a sociedade, pois permite o aumento da qualidade de vida e evolução no conhecimento científico. Contudo, paralelamente, é fundamental garantir que o desenvolvimento sustente, preserve, equilibre todas as partes intervenientes neste processo em especial o ambiente, que durante muitos anos tinha vindo a ser negligenciado (Dias, 2007).

A capacidade de suporte da Terra não é ilimitada, e preservá-la tornou-se ao longo do tempo o cerne das questões de sustentabilidade a nível mundial. Nesse seguimento surge o conceito desenvolvimento sustentável, principalmente devido à necessidade emergente de basear o desenvolvimento em três pilares fundamentais - economia, ambiente e sociedade - procurando atingir a harmonia entre os mesmos.

É na Cimeira da Terra que o conceito de desenvolvimento sustentável ganha visibilidade e importância suficiente para poder ser considerado como a nova base de padrões regulamentadores de gestão do desenvolvimento. Esta conferência realizada em 1992 no Rio de Janeiro constituiu um dos marcos mais importantes na mudança do paradigma de desenvolvimento, abordando as novas perspectivas mundiais, definindo a integração do factor ambiente nas novas estratégias e políticas e a forma concreta do modelo de desenvolvimento sustentável. O desenvolvimento sustentável é aquele que *“atende às necessidades das gerações actuais sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades”* (WCED, 1987).

Do ponto de vista das organizações, o desenvolvimento sustentável deve ser o equilíbrio entre a dimensão económica, ambiental e social:

- A **vertente económica** prevê a viabilidade económica de qualquer actividade económica, a função que desempenha para a sociedade deve ser cumprida tendo em consideração a sua rentabilidade.
- A integração da **vertente ambiental** visa a adopção de uma postura de responsabilidade ambiental por parte da organização. Esta deve adoptar uma produção mais limpa e

minimizar os impactes ambientais decorrentes quer da poluição gerada quer do consumo de matérias-primas e energia.

- A **vertente social** visa a garantia da satisfação dos direitos dos trabalhadores a condições de trabalho condignas, contemplando ainda, na sua actuação e políticas, a cultura da sociedade onde está inserida. A organização deve envolver-se na dinâmica da sociedade e não permanecer como um organismo estanque, é importante a interacção entre a sociedade e actividade económica em questão (Dias, 2007).

Importa ainda referir que, a Cimeira Rio + 10, realizada em Joanesburgo em 2002, veio incluir uma nova dimensão ao conceito de desenvolvimento sustentável, o cidadão (ver Figura 1). Tornou-se evidente que o papel de cada indivíduo é fundamental para que se consiga atingir na prática toda a plenitude que o conceito de desenvolvimento sustentável comporta na teoria, seja através de uma acção individual ou colectiva.

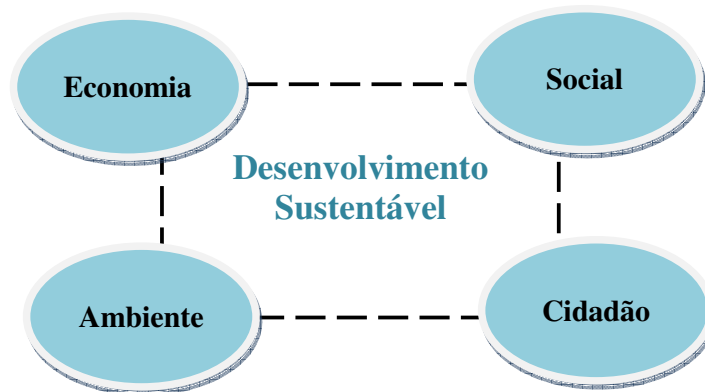


Figura 1 - Representação esquemática das dimensões do desenvolvimento sustentável.

O conceito de desenvolvimento sustentável aplicado às organizações obrigou a uma nova abordagem de gestão, tornando-se indispensável a introdução dos custos associados aos impactes ambientais na gestão da actividade. Durante muito tempo esses custos eram suportados pela sociedade (externalidades), porém actualmente desenvolvem-se esforços no sentido desses custos serem internalizados, ou seja, o preço do produto ou serviço deve reflectir os impactos que causam. Nas organizações que se regem por uma política em desenvolvimento sustentável esses custos já se encontram internalizados. A externalização pode revestir-se de variadas formas, tais como (Santos e Santos, 1997):

Externalização no tempo: As gerações futuras é que irão pagar pelos erros e impactos causados pela geração actual.

Externalização social: São os contribuintes que pagam os custos secundários de produtos e serviços que não contemple essa internalização do custo; são despesas suportadas pela sociedade.

Externalização no espaço: Consiste em fazer pagar os mais fracos pelos erros e impactos ambientais que os mais ricos e desenvolvidos causam.

A internalização dos custos com o ambiente tem por objectivo estimular o aparecimento de técnicas e métodos de trabalho compatíveis com a sustentabilidade dos ecossistemas. Todavia, o problema não reside apenas no facto de se esgotarem os recursos denominados limitados, pois o mercado económico encarrega-se de lhe fixar um preço. O problema carece de uma maior preocupação, pois é fundamental imputar custos a recursos encarados como inesgotáveis como o ar e a água, quando na realidade são finitos e não renováveis.

Finalmente, importa salientar que o principal entrave à sustentabilidade é a evolução de mentalidades. Apesar da evolução da sensibilidade para questões ambientais, quer pelas organizações, pelo governo ou mesmo pelo cidadão comum, existem ainda graves lacunas a ser colmatadas. Além do que, se por um lado este conceito veio trazer uma nova esperança no que diz respeito às questões ambientais, clarificando a interdependência que existe entre desenvolvimento económico e protecção do ambiente, por outro pode ter encoberto de alguma forma a necessidade de introduzir alterações estruturais de políticas e estratégias. Reconhecendo-se a interdependência entre economia e qualidade do ambiente, é facilmente perceptível que a sustentabilidade ambiental não se pode conceber sem sustentabilidade económica e vice-versa, sendo ainda evidente o papel crucial que representa a sociedade.

2.2. O desenvolvimento sustentável nas organizações

A introdução do conceito de desenvolvimento sustentável no meio empresarial e industrial tem a sua tradução na implementação de formas mais eficientes de gestão, tais como práticas em ecoeficiência ou produção mais limpa por exemplo.

Até à Cimeira da Terra em 1992, a indústria era apenas vista como a responsável pela degradação ambiental, contudo essa concepção mudou com a publicação do livro “Changing Course” de Stephan Schmidheiny em parceria com o *Business Council for Sustainable Development* (BCSD). A nova realidade consiste no facto de, a indústria passar a ser vista como parte da solução-chave para se atingir a sustentabilidade e não apenas como a responsável pela degradação ambiental.

O papel das organizações passa de uma função passiva para uma função pró-activa no que se refere a questões ambientais como a poluição, o consumo de matérias-primas, energia e bem-estar social. Porém, o desenvolvimento sustentável sendo por um lado teoricamente de fácil assimilação e de clara compreensão, por outro é de difícil implementação e mais ainda difícil se torna desenvolver os mecanismos e ferramentas necessárias para a sua implementação (BCSD Portugal, 2000). A Indústria deve procurar formas de atenuar esta dicotomia, pois são estas que desenvolvendo

estratégias de gestão mais eficientes e sustentáveis contribuem, de facto, para resultados concretos em sustentabilidade.

2.3. Gestão ambiental nas organizações

Os padrões do desenvolvimento sustentável exigiram a criação e aparecimento de novos instrumentos económicos e de actuação voluntária, que contempla e complementa a regulamentação legal. Essas acções assumem especial importância se nos referirmos a sectores chave da economia como a indústria, os transportes e o energético. Alguns exemplos desses instrumentos são os Sistemas de Gestão Ambiental, a Análise Ciclo de Vida, a Produção Mais Limpa, o *Ecodesign* ou a Ecoeficiência.

A gestão ambiental é por isso, um novo modelo de gestão que deve ser contemplado nas indústrias, para que seja possível contribuírem de forma activa para o desenvolvimento sustentável e se tornem competitivas no mercado actual, cada vez mais exigente. Pretende-se com a gestão ambiental, estabelecer linhas orientadoras que possam servir de base para essas indústrias gerirem de forma ambientalmente sustentável a actividade. Uma estratégia de negócio para ser viável e sustentável, actualmente, deve contemplar nas suas acções o princípio de que o ambiente não se sobrepõe à evolução tecnológica e económica, pelo contrário, é parte integrante dessa evolução.

O grau de envolvimento da organização é função do nível de formação e sensibilidade dos dirigentes em especial, mas também de todos os colaboradores. No entanto existem outros condicionalismos, tais como a falta de capital para o investimento em tecnologias ambientais e a falta de conhecimento científico (BCSD Portugal, 2000).

O sucesso que algumas organizações conseguiram com a inclusão dos aspectos ambientais e consequente minimização de impactes na sua estratégia de negócio, permite reconhecer que o ambiente apesar de ter custos estimula a competitividade, gera lucros e empregos sustentados (BCSD Portugal, 2002). Assim sendo, é inquestionável a necessidade de incluir o factor ambiente nos sistemas de gestão, pois apenas desta forma se tornam sustentáveis e competitivas. O objectivo primordial da gestão estratégica ambiental de uma organização é a melhoria da actividade, e consequente aumento da competitividade para conseguir dar resposta às pressões da concorrência global, apoiada no respeito pelos recursos naturais e protecção do ambiente contra os efeitos da poluição.

Felizmente, a gestão ambiental tem alcançado uma posição de destaque nos modelos de gestão, as vantagens associadas à gestão ambiental são várias, entre as quais de destacam as seguintes (Dias, 2007):

- O cumprimento das exigências normativas traduz-se numa melhoria significativa do desempenho ambiental da organização, melhorando a imagem junto do público, sendo bastante favorável tendo em conta que os mercados são cada vez mais exigentes;
- A redução do consumo energético está associada à redução dos custos elevados que a energia comporta;
- A redução da quantidade de matéria-prima utilizada no processo por unidade produzida conduz, consequentemente, à redução de custos e resíduos;
- A energia renovável é beneficiada em detrimento das formas de energia fóssil;
- Pela optimização das técnicas de produção é possível melhorar a capacidade de inovação da organização, minimizar impactes ambientais, encurtar o tempo de entrega dos produtos, etc;
- Por fim, a optimização da gestão dos transportes conduz também à redução de custos e emissões atmosféricas.

Citando ainda (Dias, 2007) estas estratégias pró-activas que caracterizam a gestão ambiental conduzem ao inevitável aumento de competitividade, porque promovem:

- A adopção de mecanismos e procedimentos além do que é exigido pela legislação vigente;
- A busca pela excelência ambiental como componente principal da qualidade;
- A liderança da organização no sector, garantindo-lhe um posicionamento privilegiado.

A gestão ambiental permite uma melhoria expressiva no desempenho da organização, dado que a implementação deste sistema propicia a aquisição de uma visão abrangente dos aspectos ambientais que devem ser controlados, bem como a identificação dos processos que necessitem de ser melhorados. É ainda, uma oportunidade de melhoria de desempenho financeiro, da imagem comercial e redução dos impactes ambientais (Santos e Santos, 1997) e tornam-se assim evidentes as mais-valias associadas à gestão ambiental.

Capítulo 3

3. A Ecoeficiência e as suas dimensões

A ecoeficiência pode ser entendida com um novo paradigma de apoio à gestão, que deve regular em especial a gestão que é feita nas indústrias, mas também a de todas as pequenas e médias organizações. Pela sua dimensão, a ecoeficiência na indústria assume um papel preponderante no sucesso económico e social da actividade. Através de uma política em ecoeficiência é possível atingir melhorias ambientais e, paralelamente, benefícios económicos, focando-se ainda numa análise de oportunidades e estabelecimento de sinergias, tornando a indústria mais responsável a nível ambiental e social e mais lucrativa. Desta forma, a ecoeficiência não visa apenas a implementação de melhorias de eficiência nas práticas da indústria, mas actua essencialmente na inovação e avaliação de todas as actividades que interajam com ela (BCSD Portugal, 2000).

A ecoeficiência pode ser definida de diferentes formas, no âmbito deste trabalho são apresentados dois exemplos de definição. Assim, o *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD)¹ define:

“A ecoeficiência atinge-se através da oferta de bens e serviços a preços competitivos, que, por um lado, satisfaçam as necessidades humanas e contribuam para a qualidade de vida e, por outro, reduzam progressivamente o impacto ecológico e a intensidade de utilização de recursos ao longo do ciclo de vida, até atingirem um nível que, pelo menos, respeite a capacidade de sustentação estimada para o planeta Terra.”
(BCSD Portugal, 2000).

Por sua vez a Ecoinside estabelece que:

“... Ecoeficiência é o conjunto de tecnologias que visam aumentar os lucros com a diminuição do impacte ambiental e a melhoria da qualidade de vida...”

Qualquer que seja a definição, o aumento da ecoeficiência exige a alteração dos comportamentos que limitam a plena compreensão e completo aproveitamento do real potencial associado ao

¹ WBCSD é uma coligação de 130 empresas internacionais, que partilham o compromisso do desenvolvimento sustentável. Os membros associados provêm de 30 países e de mais de 20 sectores industriais. Constituído por uma sólida rede global de conselhos empresariais nacionais e regionais e organizações em parceria.

conceito. A ecoeficiência não se limita apenas a implementar melhorias incrementais na eficiência do processo produtivo e das práticas comportamentais, pelo contrário, estimula a criatividade e a inovação em todas as áreas dentro da actividade (administração, produção, manutenção, entre outros) alargando-se à totalidade das cadeias de fornecimento e de valor (Holliday et al, 2002). Portanto, a ecoeficiência pode ser entendida de forma muito simples como “criar mais valor com menos impacto” ou “eficiência económica e ambiental”. O prefixo “eco” representa simultaneamente a economia e a ecologia.

A ecoeficiência nas organizações é progressiva e sequencialmente desenvolvida, formulando e aplicando estratégias que permitam atingir a indispensável harmonização entre a dimensão económica e ambiental. Uma política em ecoeficiência caracteriza-se por ser uma abordagem pró-activa e voluntária por parte das organizações (OCDE, 1998). Não existe qualquer legislação que as obrigue a fazer uma análise em ecoeficiência e estabeleça de forma concreta as medidas ecoeficientes a implementar. Contudo importa salientar que o cumprimento da legislação ambiental é um dos requisitos fundamentais a cumprir.

O conceito de ecoeficiência visa, primordialmente, intervir em três aspectos (BCSD Portugal, 2000):

- Redução do consumo de recursos naturais: Minimização do uso de energia, matérias-primas, água e solo, favorecendo a reciclagem e duração do produto;
- Redução de impactes ambientais: Minimização das emissões atmosféricas e líquidas, bem como redução da produção de resíduos, em especial os resíduos perigosos e tóxicos;
- Melhoria do valor do produto ou serviço: Fornecimento de um serviço de qualidade superior, oferecendo serviços adicionais e concentrar as suas acções no cumprimento dos requisitos dos clientes, oferecendo-lhes exactamente o que necessitam.

Importa ainda referir a limitação do conceito de ecoeficiência ao nível da componente social do desenvolvimento sustentável pois não a contempla de forma directa. A implementação de práticas ecoeficientes tem repercussões no bem-estar e qualidade de vida da sociedade, contudo o conceito de ecoeficiência não contempla na sua base essa componente, já que não é um dos instrumentos para salvaguardar os interesses sociais. O conceito não pretende resumir todas as implicações do DS mas sim uma abordagem estratégica ao mesmo. Porém ao aderir à ecoeficiência também são explorados os aspectos sociais do desenvolvimento sustentável, todavia é uma consequência benéfica e não um objectivo final (Holliday et al, 2002).

A ecoeficiência não pode ser entendida com a solução para neutralizar os efeitos nefastos que as actividades económicas causam, mas sim um contributo bastante significativo e com um enorme potencial que deve ser equacionado em todas as actividades. Actualmente já estão comprovados,

pelos diferentes casos de sucesso, os extensos benefícios económicos e ambientais associados à ecoeficiência.

3.1. Ecoeficiência numa perspectiva histórica

O BCSD utilizou o termo ecoeficiência em 1991, divulgando ao mundo este novo conceito de actuação responsável das organizações. Todavia o termo surge, de facto, pela primeira vez em 1990 na cidade de Basileia pelos investigadores Schatægger e Sturm. É importante referir que, a percepção e consciência de que a prevenção da poluição e anulação de desperdícios acarretam benefícios económicos surgiu pelo menos 15 anos antes. Primeiro pelo fabricante americano de bens de consumo, 3M, que iniciou o programa “A Prevenção da Poluição Recompensa” (3P’s) em 1975, seguindo-se a Dow Chemicals através do programa “A Redução dos Desperdícios Recompensa Sempre” (WRAP) (BCSD Portugal, 2000).

Desde então é notável a progressiva evolução e disseminação do conceito a nível global. A busca pelo aumento do lucro financeiro, pela diminuição dos custos associados a mecanismos de despoluição e minimização de impactes ambientais, veio exigir a adopção de instrumentos como a ecoeficiência. Com o decorrer do tempo a ecoeficiência começou a ser testada e implementada a uma escala realmente significativa, tendo tido repercussões na abordagem que é feita pelas actividades económicas às questões de degradação do ambiente.

3.2. Dimensão social

Antes de mais é importante definir e esclarecer uma vez mais que a ecoeficiência não contempla no seu conceito e na sua essência a sustentabilidade social, contudo a implementação de uma política ecoeficiente tem impactos bastante significativos para a sociedade. Pode ser entendido como uma externalidade positiva, consequência positiva, que deve ser valorizada.

Os mercados liberalizados e a informação acessível ao público em geral conduzem à necessidade de novos modelos de gestão. Pois se por um lado esta globalização tem impactos positivos no marketing e imagem da organização, por outro pode ter consequências bem adversas e negativas. Além disso, existe uma vasta legislação ambiental e social que vem exigindo uma actuação mais responsável das organizações (BCSD Portugal, 2000).

Através da ecoeficiência as organizações salvaguardam o bem-estar da sociedade, pois são desenvolvidos mecanismos e estratégias de acção sustentáveis e integradas de intervenção no ambiente, como seja na exploração de matérias-primas e na protecção contra a poluição, mas também a nível de empregos e qualidade de vida. Assim, a ecoeficiência permite não só ser

sustentável ambiental e economicamente, mas também conseguir mesmo que indirectamente o bem-estar e qualidade de vida da sociedade pela criação de empregos sustentáveis e sólidos.

3.3. Dimensão económica

São indiscutíveis e evidentes os benefícios económicos associados à adopção de medidas ecoeficientes numa organização. A redução de matérias-primas por unidade de produto final produzido que se consegue obtém, a redução de custos associados a consumos de energia e adopção de processos mais eficientes, repercutem-se de forma explícita em benefícios financeiros, permitindo obter mais lucros. No entanto é importante perceber que, a implementação de uma política em ecoeficiência não conduz de forma automática e imediata à sustentabilidade, pelo contrário melhorar em termos relativos pode conduzir a um aumento geral do impacto e criar prejuízos irreversíveis. A implementação de uma política em ecoeficiência deve ser conduzida de forma adequada e analisada de forma integrada na organização (DeSimone, 1997).

A opinião divergente de muitos especialistas económicos defendendo a tese da inviabilidade e insustentabilidade da ecoeficiência em economias pobres, acabou por ser contraposta pela WBCSD que demonstrou através de casos reais que a ecoeficiência resulta em países em vias de desenvolvimento. O facto de se intervir na minimização da poluição é compensado, de alguma forma, pelas poupanças que se conseguem obter ao nível do processo industrial. Pelo que se tornam irrefutáveis as vantagens económicas que se obtêm com a adopção deste conceito (BCSD Portugal, 2000).

3.4. Dimensão ambiental

A protecção do ambiente tornou-se cada vez mais uma questão fundamental e primordial, deixando de ser considerada como questão secundária ou até mesmo evitável no âmbito da gestão das organizações, que transferia para a sociedade os custos e para os governos a responsabilidade de gerir os impactos associados à actividade.

A ecoeficiência desempenha uma função vital no que respeita à protecção do ambiente. Como já referido, o ambiente passou a ser parte integrante das componentes a gerir dentro das organizações, contudo deveu-se na maioria dos casos a obrigações legais e não devido a consciência ambiental e conhecimento de que a protecção do ambiente compensa sempre.

Com a introdução deste conceito, as organizações passam a encarar o factor ambiente de uma outra forma modificando a sua concepção, passando de responsável por custos associados à despoluição a elemento fundamental para o sucesso da actividade. Tornou-se evidente que proteger os recursos

naturais e minimizar os efeitos da poluição não está apenas associado a custos, mas em larga medida a benefícios económicos (BCSD Portugal, 2000).

Até à introdução deste conceito no mercado económico, em que contempla de forma explícita a sustentabilidade económica e lucros associados à actividade económica em paralelo com a protecção do ambiente, era difícil incutir nas organizações a necessidade de desenvolverem estratégias de gestão que incluíssem a vertente ambiental de forma voluntária. Contudo a ecoeficiência permitiu essa abordagem voluntária e sustentável de intervenção no ambiente.

3.5. Dimensão política

Como foi referido anteriormente, a ecoeficiência e os seus benefícios são visíveis quando tudo o que é externo for internalizado e quando forem atribuídos os preços certos aos recursos e à poluição (impactes ambientais), nestas condições as melhorias recompensarão totalmente (BCSD Portugal, 2000). Neste sentido, o papel do Governo é de extrema importância, devendo assegurar que os custos externos de utilização dos recursos são englobados no respectivo preço e, principalmente, que a má atribuição de subsídios seja eliminada, criando mecanismos de compensação para aqueles que evitam e minimizam os efeitos da poluição sobre o ambiente.

É importante perceber que embora o mundo industrial possa prestar um contributo significativo para a qualidade de vida da sociedade, não pode assegurá-lo individualmente, nem garantir que a utilização dos recursos naturais esteja dentro dos limites da sustentabilidade do planeta. Os Governos têm nesta área um papel fundamental, pois estabelecendo-se sinergias entre todas as partes interessadas, facilita e torna mais consistente qualquer intervenção para minimização dos impactos adversos associados à actividade económica (BCSD Portugal, 2000).

A ecoeficiência pode apoiar os Governos na concepção de uma estratégia nacional para o desenvolvimento sustentável, através de um enquadramento que incentive a inovação e propicie a partilha de responsabilidades entre as diversas partes interessadas (BCSD Portugal, 2000). É ainda uma das formas mais fáceis de garantir a implementação de políticas comunitárias, cada vez mais rígidas dada a gradual degradação do ambiente.

3.6. Oportunidades emergentes

Ao conceito de ecoeficiência estão associadas um conjunto de acções e princípios base que representam de alguma forma as medidas a implementar numa organização. Assim, a implementação de uma política de actuação em ecoeficiência está relacionada com (BCSD Portugal, 2000):

1. A procura de oportunidades na área de reengenharia de processos que conduz à redução do consumo de recursos, diminuição de poluição e minimização de riscos.
2. A revalorização dos subprodutos através do estabelecimento de sinergias com outras áreas de negócio e organizações.
3. O reconhecer produtos, privilegiando a concepção simples, utilizando menos materiais e de fácil eliminação (serem recicláveis por exemplo);
4. Repensar o mercado, encontrando formas de ir ao encontro das necessidades dos clientes, cooperando com as diferentes partes interessadas.

O conjunto de motivações que leva as organizações a procurarem soluções de gestão ecoeficientes são várias, nomeadamente, a monitorização e documentação do desempenho e progresso, identificação de oportunidades de melhoria associadas à diminuição de custos e consequente aumento de lucro e por vezes demonstrar aos *stakeholders*² que não obstante das medidas de melhorias serem estudadas e implementadas nem sempre se corresponde às expectativas. Para além disso a divulgação de informação através de indicadores de ecoeficiência é uma forma clara e objectiva de transmissão de elementos críticos do progresso da actividade a partes externas, como seguradoras, investidores entre outras.

O sucesso da ecoeficiência passa pela mudança de mentalidades que foca apenas o cumprimento de legislação e prevenção de crises económicas, para passar a encarar-se o bom desempenho ambiental com um dos pilares imprescindíveis para o sucesso e sustentabilidade da actividade perante o mercado e o público. De seguida são apresentados alguns casos de implementação de medidas ecoeficientes, para que seja mais facilmente perceptível a dimensão quantitativa que está associada a esta ferramenta de apoio à gestão sustentável que é a ecoeficiência.

Alguns estudos de caso evidenciam os benefícios da ecoeficiência:

General Motors no México - O complexo Automobilístico de Ramos Arizpe da *General Motors* do México está localizado numa região árida do nordeste do México, onde a única fonte de água é um pequeno aquífero semi-confinado, com um teor de salinidade relativamente alto. A escassez da água conduziu à necessidade de uma intervenção na gestão da água. O desafio da indústria consistia em obter a água para o processo de produção, garantindo a sustentabilidade do aquífero, dessalinizar a água proveniente dos poços e estabelecer um processo de reciclagem e reutilização das águas industriais e sanitárias. Através de planos de acção nestes domínios foi possível atingir reduções de captação de água da ordem dos 770 000 m³ em apenas 14 anos e a redução da necessidade de água para produzir um veículo de 32 m³ para 2,2 m³ (Holliday et al, 2002).

² As partes interessadas são denominadas por stakeholders.

SONAE Sierra - A Experiência Piloto de Monitorização de Consumos Energéticos da SONAE Sierra no centro comercial Via Catarina (Porto) centrou-se na instalação de uma rede de sensores de medição de consumos energéticos, de forma a calcular os indicadores de desempenho adequados a cada sistema energético monitorizado. A monitorização de consumos permitiu conhecer a eficiência real dos sistemas de arrefecimento e por conseguinte otimizar a estratégia de controlo dos sistemas de arrefecimento do edifício, conseguindo sem qualquer investimento, uma economia anual de cerca de 300 MWh/ano, correspondendo a 20 000 euros, e redução de emissões de 150 ton/ano CO₂ (BCSD Portugal, 2005).

UNICER - É a maior empresa de bebidas em Portugal, sendo líder no segmento das cervejas e das águas engarrafadas, tem protagonizado um caso exemplar ao nível da gestão sustentável da água. A água é um recurso crucial para a produção de bebidas em todas as fases do processo produtivo, seja ao nível da produção propriamente dita, seja nos processos auxiliares de higienização, arrefecimento, aquecimento, recuperação de subprodutos ou manutenção de instalações. A forte dependência deste recurso reforça a responsabilidade e o compromisso da empresa para com a sua protecção e preservação. A redução e racionalização da água têm passado, ao longo dos últimos anos, pela concretização de um conjunto variado de acções, a monitorização semanal de consumos por sector, a identificação de desperdícios, a reutilização de águas pouco contaminadas, a sua recuperação em usos menos exigentes (regas, lavagens de pavimentos), e a recirculação de águas em sistemas de arrefecimento. Com estas medidas em 2003 a produção de cervejas consumiu 1.718.769 m³ de água, o que se traduziu numa redução, face a 2002, na ordem dos 9%. Se compararmos este consumo com o registado em 1997, a redução foi na ordem dos 31%, o que equivale a uma poupança de 800 milhões de litros de água (BCSD Portugal, 2005).

3.7. Avaliação e monitorização da ecoeficiência

Em qualquer ramo de negócio, a fixação de objectivos e monitorização do desempenho é um aspecto de gestão fundamental, de forma semelhante a medição da ecoeficiência assume importância em relação ao progresso da indústria a um rumo sustentável.

As auditorias de ecoeficiência (AE) assumem uma relevância significativa nesse âmbito, pois representam a forma de avaliar a organização, e podem ainda ser instrumentos de apoio à monitorização.

O termo Auditoria Ambiental (AA) começou a ser usado de forma generalizada, contudo existe ainda alguma imprecisão e ambiguidade no que respeita ao seu conteúdo (Oliveira, 2005). Existe um conjunto de definições de AA mas destaca-se a definição da União Europeia (UE) que define uma AA como *“um instrumento que inclui uma avaliação sistemática documentada periódica e*

objectiva, do funcionamento de uma determinada organização, no que respeita ao sistema de gestão e aos processos a que recorre para protecção do ambiente.”

Através de uma pesquisa e análise das diferentes categorias de auditorias, é possível estabelecer que a AE se insere na categoria das auditorias ambientais de gestão generalizada (Oliveira, 2005). Este tipo de auditorias corresponde aquelas cuja ambição, complexidade e extensão são mais significativas, tratando-se de uma forma de avaliação do impacto geral da actividade sobre o ambiente, de uma forma o mais completa e rigorosa possível, analisando impactes ambientais, custos e cumprimento de legislação ambiental aplicável. Este tipo de auditorias permite elaborar balanços ecológicos da unidade e apresentar informação ao público de forma clara e adequada, podem ainda ser classificadas como auditorias internas, visto que o cliente voluntariamente solicita a auditoria e consequente avaliação do estado da actividade, sem visar a obtenção de qualquer certificação (Oliveira, 2005).

A AE é a forma de avaliação de ecoeficiência, contudo não existe ainda uma definição clara do seu âmbito nem da sua classificação. Este tipo de auditoria não visa a obtenção de qualquer certificação nem avalia a conformidade de requisitos pré-estabelecidos, como acontece por exemplo com as normas ISO ou o regulamento EMAS, portanto não é necessário que a actividade industrial possua um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) para se poder submeter a uma avaliação de ecoeficiência. Trata-se sim de um instrumento de avaliação integral dos processos da actividade, no sentido de avaliar os impactes ambientais, ineficiências, cumprimento de legislação ambiental aplicável e oportunidades de melhoria.

Pelo facto de ser fundamental monitorizar o grau de ecoeficiência para que seja possível intervir e ter a percepção da situação real, surgem os Indicadores de Ecoeficiência (IE). Um indicador consiste numa informação útil para a tomada de decisão, e pode-se inferir a qualidade de um determinado indicador pela qualidade da informação fornecida. São ferramentas de controlo e gestão que servem de suporte à tomada de decisão (Salgado, 2004). Os indicadores ambientais surgem assim numa tentativa de avaliação quantitativa e não apenas qualitativa do desempenho ambiental de determinada actividade. Existe um leque variado de indicadores que foram sendo desenvolvidos, como o caso da Proposta para um Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável desenvolvido pela Direcção Geral do Ambiente (DGA) em 2000, que no conjunto de indicadores apresentados, contempla, como não poderia deixar de ser, um conjunto de indicadores ambientais que podem servir de base para avaliar o desempenho ambiental, mas muitas outras entidades e investigadores terem feito um notável progresso neste âmbito, nomeadamente a WBCSD e a Agência Europeia do Ambiente (AEA) entre outros.

Os indicadores de ecoeficiência medem o desempenho ambiental e económico da actividade e, permitem através de uma fácil visualização numérica identificar o estado actual da actividade tendo em conta os aspectos teóricos da ecoeficiência.

Estes indicadores de ecoeficiência permitem a comunicação entre sectores da organização bem como entre organizações, também conhecido por *benchmarking*³. O objectivo principal consiste em melhorar o desempenho da actividade e monitoriza-lo, através de medições transparentes e relevantes para gestores e partes interessadas (Salgado, 2004).

Há diversas formas de calcular a ecoeficiência baseada numa razão entre o valor económico e o impacte ambiental, segundo a WBCSD:

$$\frac{\text{Valor económico do produto ou serviço}}{\text{Influência ambiental}}$$

Segundo a Ecoinside® à semelhança de outras organizações:

$$\frac{\text{Influência ambiental}}{\text{Valor económico do produto ou serviço}}$$

Dado que o indicador tende para zero é mais fácil interpretar o seu significado e mais rapidamente são avaliadas alterações na melhoria, ou seja, quanto mais próximo de zero mais ecoeficiente, enquanto no caso anterior, como tende para mais infinito torna-se menos rigoroso e mais sujeito a subjectividade.

Tanto o valor do produto ou serviço como a influência ambiental incluem diferentes indicadores que não podem ser fundidos num único valor. As organizações terão de escolher rácios de ecoeficiência, que melhor representem o seu processo de comunicação e de tomada de decisão, porque a actividades industriais caracterizam-se pela sua heterogeneidade e diferenças estruturais e processuais que são características de cada actividade em concreto.

Qualquer tipo de indicador deve fundamentar-se num conjunto de princípios que definam a sua selecção e utilização, contribuindo para garantir que os programas de medida sejam cientificamente fundamentados, relevantes, precisos e úteis (BCSD Portugal, 2000).

Segundo (BCSD Portugal, 2000) os indicadores devem:

- Ser relevantes e significativos na protecção do ambiente e da saúde humana e/ou na melhoria da qualidade de vida;

³ Benchmarking é um sistema de medição e comparação o processo de produção ou desempenho de uma empresa, em relação a um determinado referencial com o objectivo de identificar e promover oportunidades de melhoria.

- Fornecer informação aos órgãos de decisão, com o objectivo de melhorar o desempenho da organização;
- Reconhecer a diversidade inerente a cada negócio;
- Apoiar o *benchmarking* e monitorizar a evolução;
- Ser claramente definidos, mensuráveis, transparentes e verificáveis;
- Ser compreensíveis e significativos para as várias “partes interessadas”;
- Basear-se numa avaliação geral da actividade da actividade económica, produtos e serviços, sobretudo concentrando-se naquelas áreas controladas directamente pela gestão;
- Tomar em consideração questões relevantes relacionadas com as actividades da empresa, a montante (Ex. fornecedores) e a jusante (Ex. a utilização do produto).

3.7.1. Conjunto de indicadores de aplicação genérica

Segundo (BCSD Portugal, 2000), foi desenvolvida uma experiência piloto que procurou criar um conjunto de indicadores genéricos que podem ser usados para medir a ecoeficiência em qualquer actividade económica. Esses indicadores foram desenvolvidos e foi estudada a sua viabilidade para que possam servir de base para a nova abordagem das actividades económicas à ecoeficiência e à sua avaliação. Esta metodologia de avaliação de ecoeficiência foi dinamizada e consolidada por iniciativas de outras organizações tais como a *International Standards Draft International Standard on Environmental Performance Evaluation* (ISO 14031) e *Global Reporting Initiative* (GRI). Estes parceiros partilham objectivos comuns de harmonização dos indicadores de forma que sejam prática e cientificamente consistentes (Pereira, 2001). De seguida são apresentados os resultados dessa experiência, foram identificados os indicadores de aplicação genérica, que posteriormente devem ser complementados com os indicadores específicos:

Indicadores de valor de aplicação genérica são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Indicadores de valor de aplicação genérica para avaliações de ecoeficiência.
(Adaptação: BCSD Portugal, 2000)

Indicador	Unidade	Metodologia de medição	Potencial fonte de dados
Quantidade Medição ou contagem do produto ou serviço prestado entregue ou vendido aos clientes.	Adequada à especificidade da actividade Massa, volume etc.	Método específico da actividade usado para medir essas quantidades	Custo, produção ou relatórios de vendas
Vendas Líquidas Total de vendas registadas, não considerando descontos, devoluções ou empréstimos.	Unidade monetária corrente da actividade Euro	<i>International Accounting Standards Committee</i> (IASC), <i>Generally Accepted Accounting Principles</i> (GAAP)	Relatórios e contas anuais

Os indicadores de aplicação genérica de influência ambiental apresentam-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Indicadores de influência ambiental genéricos para avaliações de ecoeficiência.
(Adaptação: BCSD Portugal, 2000)

Indicador	Unidade	Metodologia de medição	Potencial fonte de dados
Consumo de energia Soma da energia consumida, tais como energia eléctrica, combustíveis fósseis, energia renovável etc.	MJ ou GJ megajoules ou gigajoules	- Quantidade de energia comprada á rede; - Calores específicos dos materiais (cp); - Poderes caloríficos dos combustíveis (PCI).	- Arquivos de compras; - Inventário da utilização de combustíveis; - Levantamento de dados de potências de equipamentos na AE ⁴ .
Consumo de materiais Soma de todos os materiais comprados ou obtidos de outras proveniências.	ton toneladas	Método específico da actividade	- Arquivos de compras; - Relatórios de produção; - Relatórios de custos;
Consumo de água Soma das quantidades de água de abastecimento compradas à rede, provenientes de captações e incluído a água de arrefecimento.	m³	Método específico da actividade	- Arquivos de compras; - Relatórios de produção; - Relatórios de custos; - Medição de caudais na AE.
Emissão de substância depletoras da camada de ozono (ODS)⁵ Provenientes do processo produtivo ou equipamentos que as contenham na sua composição.	ton eq de CFC₁₁ toneladas equivalentes	Lista das substâncias que constam no Protocolo de Montreal Anexo A a E	- Relatórios ambientais; - Levantamento que equipamentos com essas substâncias na AE.
Emissão de Gases com Efeito de Estufa (GWP ou GEE)⁶ Quantidade de emissões gasosas, a partir da combustão de combustíveis, reacções dos processos e processos de tratamentos.	ton eq de CO₂ toneladas equivalentes	Lista das substâncias com potencial de aquecimento global que constam no Protocolo de Quioto Anexo A IPPC	- Relatórios ambientais; - Facturas dos combustíveis; - Relatórios ambientais; - Levantamento de informação na AE.

Foram ainda identificados um conjunto de indicadores que podem ser usados, caso seja possível estabelecer mecanismos que regulamentem a medição destes parâmetros, são eles:

⁴ AE – Auditoria de Ecoeficiência.

⁵ Ozone Depleting Substance - Os principais grupos de substâncias depletoras da camada de ozono, segundo Protocolo Montreal são: CFC's, HCFC's, HBrFC's, halogéneos, CHCl₃, e CH₃Br

⁶ Global Warming Potential ou Gases com Efeito de Estufa, as principais substâncias com potencial de aquecimento global segundo o Protocolo de Quioto são: CO₂, CH₄, N₂O, HFC's, PFC's e SF₆.

Tabela 3 - Indicadores de influência ambiental genéricos para avaliações de ecoeficiência.
(Adaptação: BCSD Portugal, 2000)

Indicador	Unidade	Metodologia de medição	Potencial fonte de dados
Resultados líquidos	Unidade monetária corrente da actividade Euro	Vendas líquidas menos todas as despesas do período em causa	Relatórios financeiros
Emissões gasosas acidificantes⁷ Quantidade de gases ácidos e de nuvens ácidas emitidos para o ar, provenientes de sistemas de combustão, reacções do processo e sistemas de tratamento.	ton eq de SO₂ toneladas equivalentes	Protocolo de Gotemburgo E listagem dos ácidos: ICI - Environmental BurdenThe ICI Approach, 1997	- Relatórios ambientais; - Levantamento de informação na AE.
Resíduos totais	ton toneladas	Definição de resíduos e eliminação (LER) e Directiva Quadro dos resíduos (DL 178/2006)	- Relatórios ambientais; - Levantamento de informação na AE.

Este conjunto de indicadores é muito útil na avaliação da ecoeficiência das organizações, sobretudo na comunicação que é feita para o exterior, porque uma proliferação de diferentes medidas tornaria difícil a compreensão dos relatórios, e ainda no estabelecimento de comparações, de modo a avaliar a evolução entre sectores e indústrias.

Deve referir-se que, com a evolução e disseminação do conceito de ecoeficiência, o indicador de resíduos, como indicador de aplicação genérica em avaliações de ecoeficiência, é usado em grande extensão.

Para além destes, foram ainda desenvolvidos pela WBCSD indicadores operacionais, são eles:

- Serviços de suporte das operações existentes na organização;
- Instalação e equipamentos;
- Fornecimento e entrega;
- Produtos;
- Serviços prestados pela organização.

Embora os indicadores de aplicação genérica tenham um papel preponderante em avaliação da ecoeficiência, é fundamental que cada organização desenvolva os seus indicadores específicos, que oferecem uma descrição mais completa e individualiza do seu desempenho.

No âmbito desta dissertação assume relevância, igualmente, a ISO 14031 que pretende estabelecer linhas orientadoras de avaliação de desempenho ambiental, apresentando os indicadores a ser

⁷ As principais substâncias gasosas acidificantes segundo o Protocolo de Gotemburgo e a listagem dos ácidos ICI são: NH₃, HCl, HF, NO₂, SO₂ e COVNM.

usados para a comunicação dessa eficiência ambiental. Esta norma contém um conjunto de directrizes destinadas ao desenvolvimento de avaliação de eficiência ambiental também designada por avaliação do desempenho ambiental, no âmbito de uma organização ou instituição.

Pretende-se que seja aplicável a cada caso de estudo, independente do tipo, da dimensão, localização e complexidade. Porém não se pretende estabelecer níveis de eficiência ambiental, nem ser utilizada como padrão para fins de normalização, certificação ou registo, bem como ser usada para o estabelecimento de metodologias de verificação de Sistemas de Gestão Ambiental (Oliveira, 2005).

A ISO 14031 apresenta dois conjuntos de indicadores de avaliação de eficiência ambiental:

Indicadores de Eficiência da Gestão – Fornecem informação relativa aos resultados dos comportamentos da gestão na eficiência ambiental das operações da organização.

Indicadores de Eficiência Operacional – Fornecem indicações sobre a eficiência das operações.

São assim dois exemplos de tipos de indicadores desenvolvidos, por organismos diferentes, para que seja possível a avaliação e posterior análise comparativa entre diferentes organizações, é de facto, um importante contributo para a harmonização de análises e avaliações de eficiência ambiental, neste caso especificamente além da eficiência ambiental avaliar a económica, sendo essa a essência da ecoeficiência.

3.7.2. Desenvolvimento de indicadores específicos

O desenvolvimento de indicadores de ecoeficiência representa por um lado uma forma de transmitir informação com clareza e compreensível ao público, e por outro, um mecanismo e instrumento de controlo da actividade e processo em si que é usado pelos gestores.

É desnecessário produzir uma lista exaustiva de indicadores e rácios de ecoeficiência. Devem ser usados apenas os mais significativos no âmbito da actividade, com o objectivo de concentrar a medição do desempenho nas questões relevantes e realmente importantes (BCSD Portugal, 2000). Relativamente à recolha de dados, pode excluir-se informação de menores quantidades desde que pelo menos 90% do total seja representativo e suficiente para a tomada de decisão.

No que respeita à criação do produto/serviço, a definição de indicadores gerais inclui somente aqueles aspectos sob controlo directo da organização (BCSD Portugal, 2000). Os aspectos ambientais não controláveis directamente, a montante ou a jusante da cadeia de valor, têm de ser avaliados através de indicadores específicos caso sejam relevantes. Contudo, a separação não deve ser vista como uma representação física, os negócios de distribuição por exemplo devem contabilizar as suas operações para além dos limites físicos da organização. Exemplos de

indicadores específicos desenvolvidos são por exemplo a emissão de substâncias eutrofizantes para os meios hídricos e produção de oxidantes fotoquímicos, entre outros apresentados pela WBCSD (BCSD Portugal, 2000).

3.8. Ecoeficiência vs Produção Mais Limpa

Um dos aspectos mais importantes da gestão ambiental foi a gradual percepção de que a adopção de medidas que visam uma maior eficiência de processos e prevenção de impactos é bastante vantajoso, não apenas devido à diminuição dos problemas ambientais mas também ao aumento da competitividade. Os conceitos mais discutidos no ramo de negócios são o da ecoeficiência e produção mais limpa, estes dois conceitos não entram em rota de colisão, pelo contrário complementam-se. Torna-se assim importante no âmbito deste estudo, desenvolver e apresentar uma análise comparativa entre ecoeficiência e produção mais limpa, para se perceber onde começam e acabam os limites de cada um e evitar a confusão da definição prática e teórica entre ambas.

Durante o ano de 1989 o *United Nations Environmental Program* (UNEP) introduziu o conceito de produção mais limpa, definindo a implementação de uma estratégia preventiva integrada e contínua envolvendo processos, produtos e serviços reduzindo o risco para a saúde humana e ambiente.

A produção mais limpa caracteriza-se pela adopção dos seguintes procedimentos (Dias, 2007):

- Quanto aos processos de produção: Conservando as matérias-primas e a energia, eliminando aquelas que são tóxicas e reduzindo a quantidade e a toxidade de todas as emissões e resíduos.
- Quanto aos produtos: Reduzindo os impactos negativos ao longo do ciclo de vida do produto, desde a extracção das matérias-primas até sua disposição final, através de um design adequado aos produtos.
- Quanto aos serviços: Incorporando as preocupações ambientais no projecto e fornecimento de serviços.

Como se pode verificar são dois conceitos que se assemelham em alguns aspectos, contudo a ecoeficiência não se limita a gerir de forma sustentável os recursos naturais e reduzir os impactes ambientais associados à poluição. Pelo contrário, uma política em ecoeficiência caracteriza-se pela criação de valor adicional tanto para a indústria como para a sociedade em geral para além da minimização desses impactes. Através do desenvolvimento de novos projectos atinge-se níveis de sustentabilidade nos processos produtivos, e consequente minimização de efeitos nefastos no ambiente exterior à indústria, garantindo lucros e benefícios para as partes interessadas e envolvidas.

A aquisição de novas tecnologias, quer através da inovação associada ao conceito de ecoeficiência quer pela adopção da produção mais limpa, cria um diferencial e um factor de destaque em relação a outras indústrias, promovendo assim a competitividade. São por isso dois conceitos que encorajam as organizações a melhorias nos processos e consequentemente menores impactos no ambiente.

Capítulo 4

4. Metodologia da dissertação

Este trabalho incide sobre uma das temáticas em maior expansão e mais relevantes no contexto industrial, no que se refere a práticas que visem atingir o desenvolvimento sustentável. A Figura 2 apresenta de forma esquemática e resumida a metodologia seguida neste estudo.

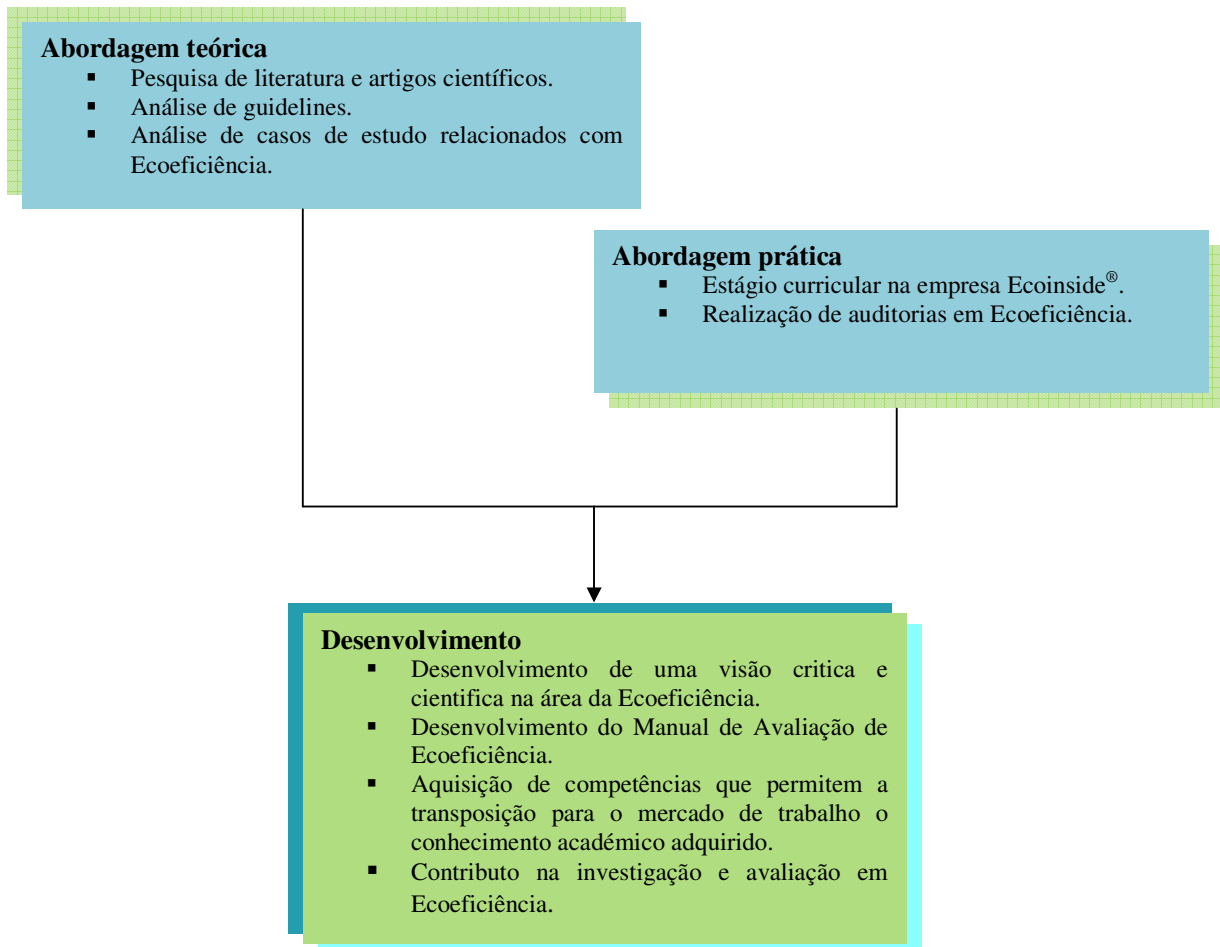


Figura 2 – Esquematização da metodologia da investigação.

É fundamental, contudo, expor de forma detalha a metodologia seguida neste trabalho de investigação, apenas desta forma é possível assimilar a verdadeira dimensão da investigação, assim a metodologia seguida foi:

- Contextualização da investigação pela leitura relacionada com a interação entre indústria e ambiente, desenvolvimento sustentável, gestão ambiental e ecoeficiência;

- b. Focalização da investigação na Ecoeficiência através de uma vasta pesquisa em bibliografia publicada, relatórios e documentos da WBCSD;
- c. Análise de casos de estudo a nível nacional e internacional;
- d. Revisão de toda a legislação aplicada à Indústria;
- e. Desenvolvimento de um Manual de Avaliação da Ecoeficiência na Indústria;
- f. Avaliação da eficácia e implementação do Manual de Avaliação de Ecoeficiência na Indústria;
- g. Conclusões e recomendações sobre a contribuição da ecoeficiência na Indústria para o desenvolvimento sustentável;
- h. Redacção da dissertação.

O desenvolvimento do Manual de Avaliação da Ecoeficiência na Indústria será suportado pelo trabalho de estágio na empresa e compreende as seguintes etapas:

- i. Estudo detalhado dos sistemas térmicos, sistemas eléctricos e mecânicos usados no sector industrial e visita a uma unidade industrial;
- ii. Análise do estudo integral e relatórios técnicos de auditorias desenvolvido pela Ecoinside®;
- iii. Elaboração da 1ª versão da Lista de Verificação de Ecoeficiência;
- iv. Definição da metodologia a adoptar nas auditorias de Ecoeficiência;
- v. Avaliação da aplicabilidade e operacionalidade da Lista no primeiro trabalho de campo;
- vi. Revisão da Lista de Verificação de Ecoeficiência;
- vii. Segunda verificação da Lista em campo (segundo trabalho de campo);
- viii. Apresentação do tratamento de dados quantitativo a que deve ser sujeita a informação recolhida;
- ix. Criação de um modelo de relatório para comunicação do resultado da avaliação;
- x. Compilação da metodologia, a Lista de Verificação de Ecoeficiência, o tratamento de dados e modelo de relatório, ou seja, Elaboração do Manual de Avaliação da Ecoeficiência na Indústria;
- xi. Elaboração de folhas de cálculo, para o tratamento dos dados recolhidos nas auditorias às indústrias.

Capítulo 5

5. A caracterização da Indústria

Este capítulo contempla uma síntese do estudo detalhado sobre os impactes ambientais decorrentes da actividade industrial, bem como dos aspectos tecnológicos na indústria, elementos fundamentais ao desenvolvimento da Lista de Verificação de Ecoeficiência. O desenvolvimento de uma atitude crítica, análise científica e técnica, de modo a ter a percepção real dos problemas, permite adquirir a sensibilidade necessária para perceber o que deve ser medido, o que é ou não viável ser contabilizado, e quais os factores que devem ser considerados quando se pretende fazer uma avaliação de ecoeficiência na indústria.

5.1. A industrialização e o ambiente

O século XVIII ficou marcado pela enorme transformação ao nível do desenvolvimento científico e tecnológico, a conhecida Revolução Industrial. Surgiu na Inglaterra mas rapidamente se expandiu por todo o planeta, provocando profundas alterações no ambiente, iniciando-se assim a lenta e progressiva degradação ambiental. O crescimento económico foi acompanhado por um processo de utilização intensiva de energia e recursos naturais e geração de poluição, que acabaram por configurar um quadro de degradação contínua do ambiente (Dias, 2007). As sociedades europeias do século XIX reconheceram a necessidade de uma compreensão global de evolução da natureza com o intuito de alargar e aumentar a eficácia da exploração, ao mesmo tempo que garante a perenidade dos recursos (Instituto Piaget, 1995). Actualmente, e de forma gradual a consciência ambiental tem vindo a evoluir, pois estado do ambiente assim o obriga.

Se por um lado é incontornável a necessidade de produzir, de desenvolver materiais para consumo e de evoluir tecnologicamente, por outro os impactes ambientais associados a esta actividade são bastante significativos. A indústria é umas das actividades económicas com mais expressão no mercado, gerando emprego, gerando lucros, bens e serviços mas também impactos no ambiente, na sociedade e na saúde. Porém no âmbito desta dissertação apenas se analisa a perspectiva ambiental e económica.

5.2. Impactes ambientais associados à actividade industrial

Como qualquer actividade antropogénica a actividade industrial está directamente associada a um conjunto de impactes ambientais, e dada a sua essência e extensão global assume uma importância mais expressiva. Como referido anteriormente não se pode simplesmente evitar a expansão da

actividade industrial, seria completamente insustentável para a humanidade, todavia pode e deve-se intervir na forma como a actividade interage com o ambiente.

De seguida são descritos analisados com algum detalhe os principais impactos associados à actividade industrial:

5.2.1. Emissões atmosféricas

Para muitos sectores produtivos, a combustão de combustíveis principalmente fósseis é usada para gerar energia, calor e/ou para alimentar o processo, sendo uma das fontes mais importantes de emissões para a atmosfera (ver Figura 3). As emissões gasosas resultantes do funcionamento das indústrias constituem um dos maiores impactes para o ambiente (European Environment Agency, 2003). Para além das emissões de GEE, as actividades industriais contribuem ainda com emissões de ODS, de substâncias acidificantes e de substâncias precursoras de ozono. Essas emissões são provenientes quer da combustão, quer dos processos produtivos propriamente ditos (indústria química, refinação de produtos petrolíferos, produção de materiais cerâmicos, de pasta de papel, de cimento, entre outros). O impacto da actividade industrial no aquecimento global é um problema grave e de difícil resolução. A Estratégia Comunitária para cumprimento do PQ, designadamente através do Comércio Europeu de Licenças de Emissões veio posicionar a indústria como um sector chave na mitigação das emissões de GEE.

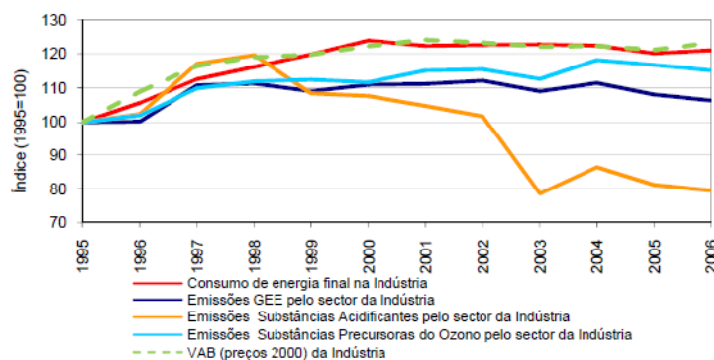


Figura 3 – Ecoeficiência no sector de indústria em termos de emissões.
(Fonte: REA 2007)

5.2.2. Emissões para o meio hídrico

Para além dos desperdícios na utilização da água, que levam a um consumo excessivo deste recurso natural, os efluentes líquidos gerados na actividade industrial quando não sofrem um tratamento adequado e eficiente provocam graves perturbações no meio receptor. A poluição da água relacionada com actividade industrial é uma realidade bastante significativa, uma abordagem mais preventiva e de protecção deste recurso natural de valor incalculável é fundamental por parte da

indústria. Os principais impactes associados a águas contaminadas, provenientes de tratamentos ineficientes e das descargas clandestinas (não obstante toda a legislação e fiscalização que vigora nesse âmbito) são a eutrofização, a degradação da qualidade água, a sua contaminação com substâncias perigosas e tóxicas entre outros. Esses problemas afectam não apenas o ambiente, a fauna e a flora mas também a saúde e bem-estar da sociedade e a sustentabilidade do próprio recurso.

No que diz respeito à indústria, a redução da poluição da água depende primeiramente das suas características e especificamente da existência ou não de um Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais (ETARI) adequada tipo de efluente gerado, bem como da eficiência e eficácia deste tratamento (European Environment Agency, 2003).

5.2.3. Contaminação do solo

A poluição dos solos está geralmente relacionada com a contaminação, a erosão, a degradação entre outros. Relativamente à contaminação faz-se frequentemente uma distinção entre contaminação de origem claramente confinada (local ou pontual) e causada por fontes difusas. À actividade industrial está geralmente associada à contaminação local (através de contaminantes que são voluntária ou involuntariamente introduzidos no solo), embora possa também dar origem a poluição difusa devido a tratamentos inadequados de resíduos e águas industriais. A introdução desses contaminantes no solo pode resultar na perda de algumas ou várias funções do solo, podendo ainda provocar a contaminação de águas subterrâneas (Dinis, 2008). O solo, tal como a água e o ar, é um recurso finito e limitado e, portanto não renovável à escala humana, pelo menos. A sua degradação tem vindo a aumentar de forma muito acentuada e a actividade industrial tem por si só um significativo contributo nessa matéria, não apenas pela poluição gerada como indirectamente pelas alterações causadas pela extracção de recursos naturais usados como matérias-primas. Urge assim adoptar medidas de minimização e mitigação dos impactes da actividade industrial no solo.

5.2.4. Produção de resíduos

A geração de resíduos em resultado de uma qualquer actividade, seja industrial ou não, é uma consequência inevitável que obriga a uma gestão e tratamento adequado e eficaz. A produção de resíduos não se pode evitar, mas pode ser minimizada e podem ser evitados os impactes resultantes da sua interacção com o ambiente. Essa geração de resíduos resulta no facto de ocorrerem perdas de oportunidade por dificuldades relativas ao factor tempo, por um lado, e ao factor espaço por outro, que geralmente se interpretam como ineficiência dos processos (Matos, 2007). Em muitas indústrias os resíduos gerados são perigosos o que implica um maior impacte para o ambiente e

consequentemente, um tratamento e uma manipulação com mais rigor e eficácia. A quantidade de resíduos industriais produzidos é elevada (ver Figura 4), pelo que uma gestão eficiente dos resíduos por parte das actividades industriais tem um enorme impacto positivo quer no ambiente quer na saúde e bem-estar da sociedade. Por outro lado a ecoeficiência assume uma importância muito significativa no que respeita a este domínio, já que é um dos instrumentos de prevenção previstos nos Planos de Gestão de Resíduos.

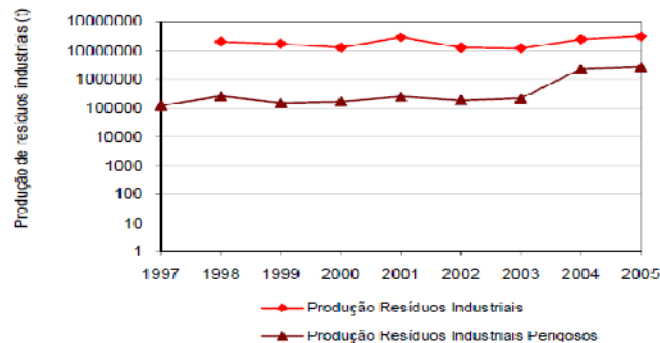


Figura 4 – Produção de resíduos industriais.
(Fonte: REA 2007)

5.2.5. Consumo de recursos naturais

Para além dos impactos gerados como consequência de emissões resultantes do processo produtivo, existem os impactos associados às entradas no processo, isto é, os recursos naturais necessários para alimentar o processo produtivo (inputs). Para que seja possível produzir é necessário fornecer matérias-primas bem como energia ao processo de transformação em produto final. Os impactos recorrentes destas práticas de consumo insustentável de energia e matéria-prima são considerados actualmente como um dos grandes responsáveis pela degradação do ambiente. E nesse âmbito à indústria e ao seu consumo elevado de energia (ver Figura 5) e materiais é imputada a maior cota parte de responsabilidade.

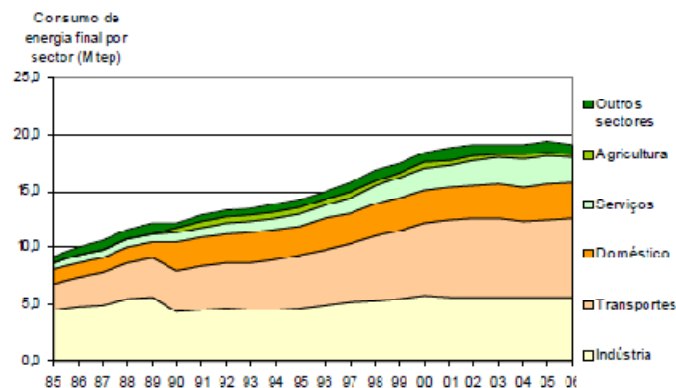


Figura 5 – Consumos de energia de acordo com diferentes sectores.
(Fonte: REA 2007)

O problema relacionado com as matérias-primas está normalmente associado à sobre exploração dos materiais extraídos da natureza. A exploração é feita sem ter em consideração a capacidade regenerativa e depurativa da natureza, o que se traduz numa degradação lenta mas irreparável à escala humana dos ecossistemas naturais. Pelo que a reutilização, a reciclagem e a minimização do consumo de materiais assume um papel crucial na protecção do ambiente.

A água é usualmente um dos recursos naturais mais consumidos na actividade industrial. Sendo considerada um bem ambiental limitado deve ser preservada e protegida de fontes de poluição que afectam não só a sua qualidade mas também as suas funções, interferindo na dinâmica natural dos ecossistemas aquáticos. A forma como tem sido gerido o recurso água, durante muitos e longos anos, tem repercussões no presente mas também no futuro. Nos últimos anos, o desenvolvimento de estratégias e medidas de gestão da água visou travar este problema da escassez de água, através de formas de tratamento eficientes e fundamentalmente de redução do seu consumo. Nesse sentido a indústria, embora não sendo o sector com maior peso no consumo de água, o seu contributo não pode ser negligenciado pelo que deve assumir o seu papel no uso sustentado deste recurso, através de sistemas de tratamentos mais eficazes e eficientes, de planos de racionalização de água, e ainda de planos de reutilização de água sempre que viável.

A energia, e a procura de plano de acção para o uso racional da energia, constituem actualmente uma das principais áreas de intervenção no domínio da gestão das actividades económicas, em especial das industriais. Dado o elevado consumo de energia, na maioria dos casos energia proveniente de combustíveis fósseis, que são por um lado não renováveis e por outro fontes de poluição muito significativas e gravosas, é importante uma mudança de paradigma no consumo e gestão da energia. A estratégia da eficiência energética trata-se de um importante contributo nesta área.

5.3. As tecnologias presentes na Indústria

A caracterização da indústria é uma fase imprescindível para que seja assimilada a dimensão de aspectos significativos e a ter em conta na elaboração da Lista de Verificação de Ecoeficiência para a Indústria.

5.3.1. Energia eléctrica

A energia eléctrica é uma das formas de energia que é usada na indústria, uma grande maioria dos equipamentos que integram o processo são alimentados a electricidade, como seja o sistema de iluminação, motores eléctricos associados aos sistemas de bombagem, ar comprimido, ventilação,

entre outros. Pelo que o consumo de energia eléctrica representa uma parte significativa dos custos suportados com a energia.

5.3.1.1. Tarifas de energia eléctrica

A Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos publicou no início do ano as tarifas e preços aprovados para 2009. Com este novo regulamento são introduzidas algumas alterações, como a criação de novas opções tarifárias beneficiando o consumidor e introdução de metas de melhoria da eficiência da gestão das actividades reguladoras. As tarifas devem ser seleccionadas de acordo com as características de consumo específicas de cada sector industrial e particularmente com o horário de produção. São significativas as poupanças que se podem obter apenas procedendo a uma selecção rigorosa e criteriosa da tarifa.

São oferecidas aos consumidores tarifas de energia eléctrica com estruturas distintas:

- Tarifa Simples – O valor da energia consumida apresenta um único preço independentemente do período horário de consumo.
- Tarifa Bi-horária – O valor da energia consumida apresenta dois preços distintos consoante o período horário de consumo seja de “Vazio” (horas de preços de energia reduzidos) ou “Fora de Vazio” (horas de preços de energia mais elevados) representada na Figura 6.
- Tarifa Tri-horária - O valor da energia consumida apresenta três preços distintos consoante o período de consumo seja “Vazio” (horas de preços de energia reduzidos), “Cheias” (horas de preços de energia intermédios) e “Ponta” (horas de preços de energia mais elevados) a Figura 7 representa este tipo de tarifa.
- Tarifa Tetra-horária (aplicável aos fornecimentos superiores a 41,4 kW) - O valor da energia consumida apresenta quatro preços distintos consoante o período de consumo seja “Super vazio” (horas de preços de energia mais reduzidos), “Vazio normal” (horas de preços de energia reduzidos), “Cheias” (horas de preços de energia intermédios) e “Ponta” (horas de preços de energia mais elevados) (ver Figura 8).

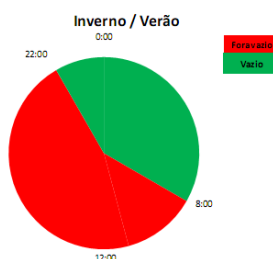


Figura 6 – Períodos horários da opção da tarifa bi-horária.
(Fonte: ERSE, 2009)

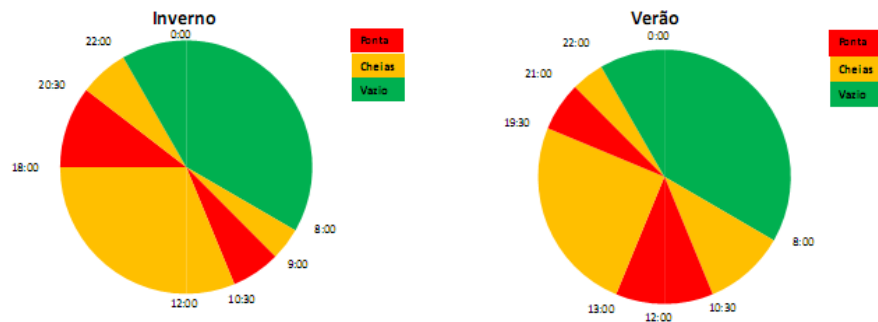


Figura 7 – Períodos horários da opção da tarifa tri-horária.
(Fonte: ERSE, 2009)

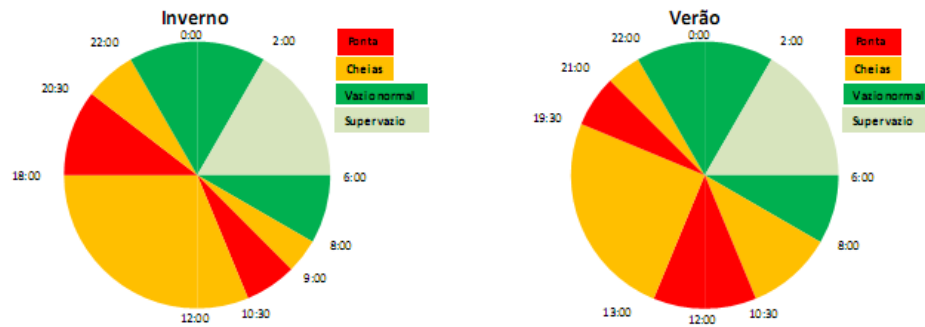


Figura 8 - Períodos horários da opção da tarifa tetra-horária.
(Fonte: ERSE, 2009)

5.3.1.2. Qualidade da energia eléctrica

A qualidade da energia é cada vez mais um factor determinante para a competitividade de muitas actividades económicas. As actividades com necessidade de energia eléctrica com elevada qualidade têm vindo a aumentar nos últimos anos prevendo-se ainda que, com a actual tendência tecnológica, essa procura aumente ainda mais.

A energia deverá apresentar-se segundo um conjunto de requisitos, de modo a garantir que a sua qualidade não seja afectada, são apresentados os parâmetros principais que devem ser monitorizados (Ribeiro de Sá, 2008; FLUKE, 2004):

Voltagem entre fases: Devem estar próximas do valor nominal. A forma da onda de voltagem deve ser sinusoidal suave e livre de distorções.

Harmónicos: São distorções periódicas de voltagem, corrente ou sinusoidais de potência. Uma forma de onda pode ser considerada uma combinação de várias sinusoidais com diferentes frequências e magnitudes.

Flutuação de tensão: É a flutuação de luminescência de lâmpadas causada por variações de voltagem de alimentação.

Desequilíbrio: Cada voltagem de fase não deve diferir mais de 1% da média das três. O desequilíbrio de corrente não deve exceder 10%.

Variações de frequência: O desequilíbrio de tensão não deverá ser superior a 4% do valor da tensão de menor amplitude.

5.3.1.3. Energia reactiva

A energia reactiva é a energia que é necessária fornecer a todos os equipamentos que assentem num princípio de funcionamento electromagnético, não sendo essa energia transformada em trabalho. Isto é, sem esta energia os equipamentos (motores eléctricos, transformadores, balastros⁸, fornos indutivos, entre outros.) não poderiam operar, mas trata-se de um desperdício de energia caso não seja recuperada e armazenada, pois é perdida por dissipação. Para se avaliar o consumo de energia reactiva procede-se à determinação do factor de potência:

Factor de potência (FP):

$$\cos\phi = \frac{P}{S}$$

Sendo:

P é a potência activa⁹ (útil)

S é a potência aparente¹⁰

FP = entre 0 e 1: nem toda a potência fornecida é consumida, há uma certa quantidade de potência reactiva presente, ou seja, não é energia convertida em trabalho, não é útil. Avanço ou retardo na corrente.

FP = 1: toda a potência fornecida é consumida pelo dispositivo. A voltagem e a corrente estão em fase.

FP = -1: o dispositivo gera potência. A voltagem e a corrente estão em fase.

FP = -1 e 0: o dispositivo gera potência. Avanço ou retardo na corrente.

Efeitos do consumo da energia reactiva:

As consequências adversas de um consumo significativo de energia reactiva prendem-se fundamentalmente com os seguintes aspectos (ADENE, 2004):

- Aumento das perdas na rede;

⁸ Dispositivo usado para limitar a corrente para valores apropriados, para que esta possa atravessar a lâmpada e produzir o efeito desejado, ou elevar a tensão de forma a estabelecer uma diferença de potencial suficientemente elevada entre os eléctrodos conduzindo à descarga na lâmpada.

⁹ A potência activa é responsável pelo trabalho realizado pela energia eléctrica dentro da instalação.

¹⁰ A potência aparente é responsável pela carga do gerador e sistema de transporte dessa energia.

- Redução da vida útil dos equipamentos;
- Penalização na tarifa.

Compensação:

A EDP factura toda a energia reactiva que exceda os 40% da energia activa consumida, pelo que é importante intervir numa forma de compensação dessa energia consumida. Um dos mecanismos mais usados para limitar ou evitar a absorção de energia reactiva da rede é a instalação de baterias de condensadores, desta forma a energia que é necessária para alimentar o campo magnético destes equipamentos é “produzida” dentro da instalação industrial.

A compensação do factor de potência conduz a uma dupla redução com reflexos na factura de energia eléctrica, uma devido à diminuição das perdas de energia activa e a outra resultante da redução significativa da energia reactiva.

Como se pode verificar através da Figura 9 a origem da energia reactiva, imprescindível ao funcionamento dos equipamentos, é desviada da rede de abastecimento para uma fonte interna.

A compensação pode ser individual, em que os condensadores são ligados directamente ao equipamento, ou compensação geral, quando instalados à saída do transformador se a instalação for alimentada por MT, ou do Quadro Geral se for alimentado a BT.

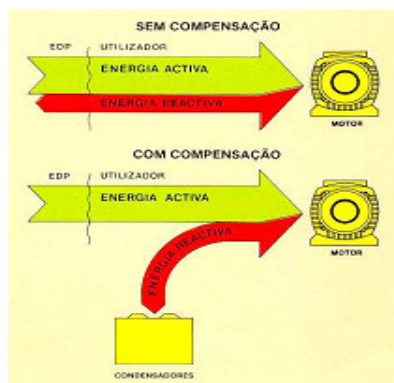


Figura 9 – Representação esquemática de uma compensação de energia reactiva com uma bateria de condensadores. (Fonte: ADENE, 2004)

5.3.2. Sistemas térmicos

O estudo que foi feito aos sistemas térmicos visa a profunda compreensão do modo de funcionamento das caldeiras de produção de vapor e dos mecanismos de transferência de calor, que representam perdas de energia e consequente custo para a actividade industrial.

5.3.2.1. Sistema gerador de vapor

O gerador de vapor (caldeira) pode ser entendido como um equipamento em que os gases a elevadas temperaturas, provenientes da combustão, fornecem calor a um fluído por condução através das paredes metálicas. Funciona assim como um permutador de calor e a produção do fluído quente está intimamente ligado ao próprio aparelho. As caldeiras são constituídas por uma **câmara de combustão** e um outro local destinado á transmissão de calor, a **caldeira** propriamente dita.

A produção de vapor consiste numa primeira fase, no fornecimento de calor (energia térmica) à água (energia essa proveniente da combustão) para aumentar a sua temperatura. O calor associado à mudança de temperatura da água dá-se o nome de calor sensível. À medida que o calor é fornecido à água a pressão e temperatura aumentam, até que se dê a abertura da válvula de segurança. Na temperatura de saturação relativa à pressão da válvula (pressão de trabalho da caldeira) inicia-se a geração de vapor com alta intensidade e todo o calor fornecido à água é usado para a mudança de fase, a pressão e temperatura constantes. O calor associado à mudança de fase denomina-se de calor latente. Se ao vapor produzido se fornecer calor, irá forma-se vapor sobreaquecido, dado que a sua temperatura se eleva.

De forma resumida e sintetizada, numa caldeira entra combustível e água líquida para sair vapor de água, gases de exaustão, condensados e purgas. Para entender o funcionamento das caldeiras é necessário conhecimento associado à 1ª e 2ª Lei da Termodinâmica, do processo de combustão e mecanismos de transferência de calor e escoamento de fluídos.

É importante ainda salientar o facto das unidades de geração de vapor necessitarem de ter associadas à caldeira propriamente dita, as seguintes componentes:

- Sistemas de controlo da água de alimentação;
- Indicador do nível da água;
- Válvulas de segurança;
- Sistemas de limpeza de fuligem;
- Injectores;
- E outros acessórios e equipamentos.

As caldeiras que produzem vapor podem ser classificadas segundo dois grupos:

- Caldeiras pirotubulares (ou tubos de fumo);
- Caldeiras aquatubulares.

Caldeira de vapor pirotubular

É normalmente horizontal e de forma cilíndrica, é dentro dos tubos que passa o fluído quente, ou seja, os gases de combustão como se pode ver pela Figura 10.

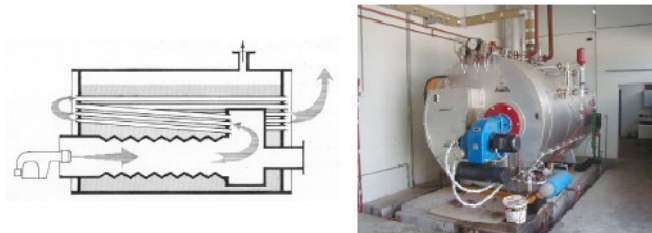


Figura 10 - Representação e fotografia de um sistema a vapor pirotubular.
(Fonte: ADENE, 2004)

Estas caldeiras têm um grande volume de água no seu interior, sendo utilizadas em indústrias com elevadas pontas de carga que exigem picos de fornecimento. Este tipo de caldeira tem uma grande aptidão para fornecer:

- Água quente (temperatura máxima de 110°C);
- Água sobreaquecida (com a temperatura acima do 110°C e pressões de serviço superiores a 0,5 bar);
- Vapor saturado de baixa pressão (pressão de serviço até 0,5 bar);
- Vapor saturado ou sobreaquecido com pressões máximas na ordem dos 30 bar e temperaturas de sobreaquecimento máximas e 420°C.

Caldeira de vapor aquatubular

Tal como o nome indica dentro dos tubos circula água, que irá ser aquecida até ser transformada em vapor saturado, água sobreaquecida, ou mesmo vapor sobreaquecido. O fluido circula pelo exterior das paredes ou feixes tubulares. A Figura 11 apresenta uma caldeira de tubos de água aquecida pela combustão de um combustível. Este tipo de caldeiras é mais dispendioso que as caldeiras pirotubulares, comparando com o mesmo débito de vapor e pressão.

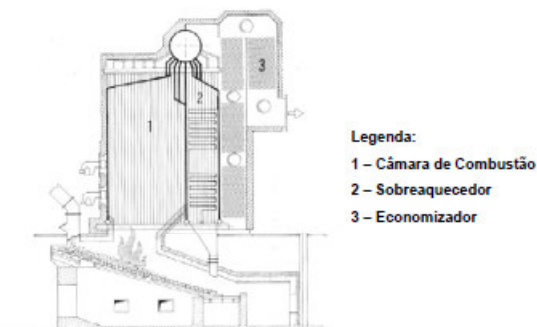


Figura 11 - Representação de um sistema de vapor aquatubular.
(Fonte: ADENE, 2004)

Eficiência energética da caldeira

A eficiência térmica é a medida da eficácia da troca de calor da caldeira, mede a capacidade de transferência de calor do processo de combustão para a água ou vapor na caldeira. Por ser unicamente uma medida da eficácia da troca de calor da caldeira, não contempla as perdas por

radiação e convecção nas paredes da caldeira, coluna de água ou outros componentes. Proceder à verificação da combustão fornece uma boa indicação da eficiência da caldeira. De facto, se não houver pontos com temperaturas muito altas junto das paredes da caldeira, não há fugas de vapor ou gases de combustão. Uma simples análise da temperatura e composição dos gases da chaminé pode oferecer dados confiáveis para o cálculo da eficiência.

A eficiência da caldeira é a eficiência da transferência de calor do combustível para o vapor, a qual leva em conta a condução, a radiação e perdas por convecção. É uma indicação real da eficiência total da caldeira.

Segundo (Chau et al, 2008) existe dois métodos para determinar a eficiência com a qual a caldeira está a operar. O método de entrada-saída (Input–output method), e o método das perdas de calor (Heat loss method).

Método entrada-saída:

A eficiência por este método é baseada na proporção da saída e entrada de calor na caldeira. Calculada com base na divisão da saída da caldeira (Kcal ou kJ) pela entrada da caldeira (Kcal ou kJ) e multiplicando por 100. A entrada actual e saída da caldeira são determinadas pela instrumentação e os dados são usados nos cálculos que resultam na eficiência combustível para vapor sendo ainda hoje o método mais difícil de se realizar devido à necessidade de se conhecer com precisão, no mínimo os seguintes parâmetros: caudal de vapor, água, combustível e a temperatura destes.

$$\text{Eficiência da caldeira} = 100 \times \left[\frac{\text{Energia absorvido pelo fluido}}{\text{Energia do combustível}} \right]$$

Método perdas de calor:

O método das perdas de calor é usado em maior extensão, pois é possível identificar as perdas e por isso otimizar o seu funcionamento, intervindo na melhoria das características da caldeira.

$$\text{Eficiência da caldeira} = 100 \times \left[1 - \frac{\text{perdas de energia (calor)}}{\text{energia do combustível}} \right]$$

5.3.2.2. Transferência de calor

A transferência de calor representa na maioria dos casos perdas de energia que estão associadas consequentemente ao aumento de custo energéticos. Nesse sentido o estudo dos mecanismos de transferência de calor e isolamentos térmicos relevam-se essenciais.

Os sistemas que produzem, transportam e utilizam energia térmica apresentam perdas de calor devido a fenómenos de condução, convecção e radiação.

Condução

A condução é o modo de transferência de calor em que a troca de energia se processa no sentido da maior temperatura para a menor, pelo movimento cinético ou pelo impacto directo das moléculas no caso dos fluídos em repouso, e pelo movimento de electrões livres no caso de metais (Oezisik, 1990).

A lei empírica da condução de calor baseada em observações experimentais foi enunciada por Biot, recebendo geralmente o nome de Fourier. Esta lei estabelece que a taxa de calor por condução, em uma dada direcção, é proporcional à área normal à direcção do fluxo e ao gradiente de temperatura naquela direcção (Oezisik, 1990).

$$Q_c = k \times A \times \frac{T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}}{e}$$

Sendo:

Q_c – Taxa de transmissão de calor por condução [W]

k – Condutibilidade térmica do material [W/m°C]

A – Área superficial [m²]

T_{int} – Temperatura interior [°C]

T_{ext} – Temperatura exterior [°C]

e – Espessura da parede [m]

Para minimizar essas perdas são aplicados isolamentos térmicos a equipamentos, tubagens e acessórios. A eficiência desse isolamento é medida através de condutibilidade térmica¹¹ do material isolante (k), baixa condutibilidade representa bom isolamento.

Convecção

Se um fluído se escoar sobre um corpo sólido e se as temperaturas do fluído e da superfície sólida forem diferentes, haverá transferência de calor entre o fluído e a superfície sólida, consequência do movimento do fluído em relação à superfície. Este mecanismos de transferência de calor denomina-se convecção (Bejan, 1993).

Se o movimento do fluído foi introduzido artificialmente por uma bomba ou ventilador, denomina-se por convecção forçada. Por outro lado se o movimento do fluído resultar dos efeitos de ascensão

¹¹ O coeficiente de condutibilidade térmica representa a o fluxo de transferência de calor e gradiente de temperatura entre ou os dois meios ou fluídos.

provocada pela diferença de densidade causada pela diferença de temperatura no fluido, a transferência de calor denomina-se por convecção natural (Oezisik, 1990).

Segundo a Lei de Newton referida em (Ribeiro de Sá, 2008),

$$Q_{cv} = h \times A \times (T_s - T_a)$$

Sendo:

Q_{cv} – Taxa de transmissão de calor por convecção [W]

h – Coeficiente de transmissão de calor por convecção [$W/m^2\text{°C}$]

A – Área superficial [m^2]

T_s – Temperatura da superfície [$^{\circ}\text{C}$]

T_a – Temperatura ambiente [$^{\circ}\text{C}$]

Radiação

Todos os corpos emitem continuamente energia em virtude da sua temperatura, a essa energia dá-se o nome de radiação térmica. A energia da radiação emitida por um corpo é transmitida no espaço em forma de ondas electromagnéticas, de acordo com a teoria electromagnética de Maxwell, ou na forma de fótons discretos de acordo com a hipótese de Planck (Oezisik, 1990).

Dois corpos a diferentes temperaturas ($T_s > T_a$) separados por uma determinada distância, e sem contacto físico trocam calor entre eles através de ondas electromagnéticas. Assim, o corpo quente experimenta uma perda líquida de calor, e o corpo frio experimenta um ganho líquido de calor, devido à troca de radiação térmica (Bejan, 1993).

O fluxo líquido de calor radiante entre os dois corpos pode ser estimado segundo a Lei de Stefan-Boltzman referida em (Ribeiro de Sá, 2008),

$$Q_r = \varepsilon \times \sigma \times A \times (T_s^4 - T_a^4)$$

Sendo:

Q_r – Taxa de transmissão de calor por radiação [W]

ε – Emissividade

σ – Constante de Stefan-Boltzman [$W/m^2 K^4$]

A – Área superficial [m^2]

T_s – Temperatura da superfície [K]

T_a – Temperatura ambiente [K]

5.3.3. Sistemas eléctricos

Na indústria existem um conjunto de equipamentos que são accionados pela energia eléctrica, pelo facto de representar um significativo contributo de consumo de energia, é fundamental a

compreensão de todos os aspectos de funcionamento que os caracterizam. Desta forma é possível estabelecer quais as características a monitorizar para avaliar a sua eficiência, e ainda as potenciais melhorias que podem ser implementadas.

5.3.3.1. Motores eléctricos

O accionamento de máquinas e equipamentos mecânicos através de motores eléctricos é um aspecto de especial importância económica em Portugal. No campo dos accionamentos industriais, estima-se que cerca de 70% da energia eléctrica consumida pelo conjunto de todas as indústrias seja transformada em energia mecânica através desses motores, e apenas metade é energia útil. Este facto resulta de uma escolha pouco criteriosa do motor instalado, pelo que o campo de aplicação dos motores eléctricos numa área onde os potenciais de economias de energia são significativos (ADENE, 2004).

Existe um conjunto de motores variado (ver Anexo 2), o que permite escolher o melhor motor de acordo com as necessidades específicas de cada processo ou serviço que estejamos a operar.

Os motores de indução (MI) ou assíncronos são os mais usados na indústria, são utilizados em várias aplicações, tais como: bombas, ventiladores, compressores, misturadores, moinhos, guinchos, elevadores, tapetes rolantes, teares, enroladores, máquinas ferramentas, tracção, etc. Pelo que apenas assume significativa importância a apresentação da análise detalhada a este tipo de motores.

Perdas

As perdas num motor de indução correspondem à energia que não é convertida em trabalho útil, e que é transformada em calor, que posteriormente é dissipado. Por isso, as perdas não só contribuem para a redução do rendimento do motor, mas também causam um aumento de temperatura do motor, esse aumento excessivo de temperatura pode conduzir a uma redução substancial da vida útil do motor.

As perdas de energia que ocorrem nos motores são significativas, representando para a indústria despesa e desperdício de um input (energia) que deve ser gerido ao máximo, de forma a não se desperdiçar qualquer forma de energia (ver Figura 12).

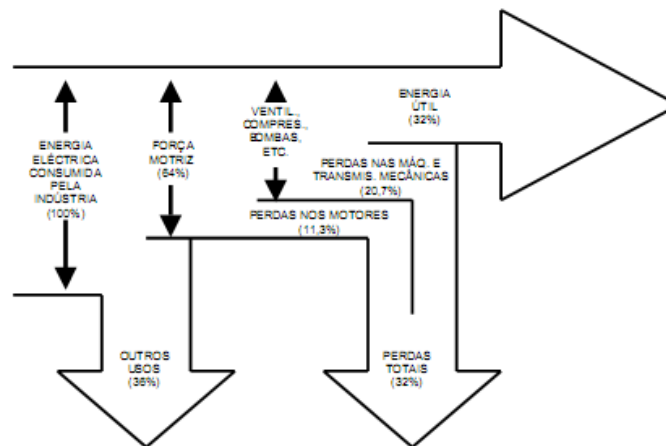


Figura 12 – Representação esquemática do consumo de energia na indústria.
(Fonte: ADENE, 2004)

Eficiência dos motores

Uma utilização correcta e eficiente dos motores eléctricos exige (Ribeiro de Sá, 2008):

- Dimensionamento correcto dos motores;
- Utilização de motores de alto rendimento;
- Utilização de transmissão mecânica de baixas perdas;
- Utilização de Variador Electrónico de Velocidade (VEV) para adaptar o regime de trabalho às flutuações de carga;
- Optimização das condições de funcionamento.

Os motores de alto rendimento apresentam um rendimento e um factor de potência mais elevados que os motores tradicionais (standard). Este acréscimo de eficiência está associado a uma redução de perdas na ordem dos 30% a 50%, conseguida através da utilização de materiais de qualidade superior, alterações das características de dimensionamento entre outros aspectos.

A Figura 13 representa a classificação dos motores eléctricos de acordo com o seu rendimento segundo CEMEP (European Committee of Manufactures of Electrical Machines and Power Electronics). Esta curva estipula os valores mínimos do rendimento de motores de 1,1 até 90kW, para os três níveis de eficiência de motores: EFF3, EFF2 e EFF1 (ADENE, 2004).

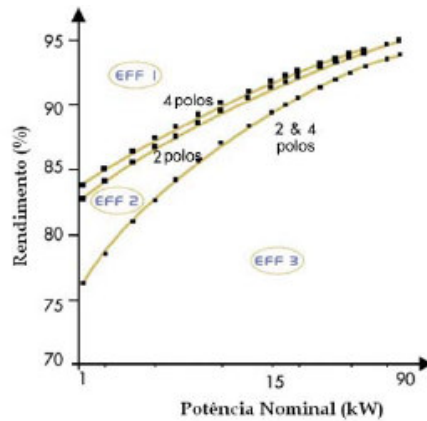


Figura 13 – Curvas relativas à classificação do rendimento de motores eléctricos acordada pela CEMEP.
(Fonte: BSCD Portugal, 2005)

Seleção de um motor eléctrico

Para seleccionar de forma rigorosa e correcta um motor eléctrico deve ter-se em consideração os seguintes aspectos (ADENE, 2004; Ribeiro de Sá, 2008):

- Diagramas de carga (potência e/ou binário);
- Variação de velocidade;
- Curva binário-velocidade de carga;
- Características de arranque (duração e frequência);
- Capacidade de sobrecarga necessária;
- Inércia da carga;
- Forma de montagem.

5.3.3.2. Sistema de bombagem

O sistema de bombagem no ambiente industrial tem uma posição expressiva em termos de consumos energéticos e custos associados. Existe uma tipologia muito diversificada de bombas (ver Figura 14) pelo que apenas se apresentará um resumo da análise mais relevante desenvolvida no âmbito do domínio das bombas.

Os dois grandes grupos de bombas são as hidráulicas e pneumática, as bombas hidráulicas estão relacionadas com os fluídos líquidos enquanto as pneumáticas deslocam fluídos gasosos. Dentro de cada grupo é possível classificar ainda as diferentes tipologias, as centrífugas, de deslocamento positivo e parafuso de Arquimedes, contudo no âmbito desta dissertação não se justifica tal detalhe, a análise será focada nas bombas mais tipicamente usadas – as bombas hidráulicas. As bombas hidráulicas recebem energia mecânica (motor ou turbina) e transformam-na em energia cinética (movimento) que por sua vez é transformada em pressão. Essa pressão é necessária para

movimentar o fluído de forma a permitir a sua circulação ou transportá-lo de um local para outro (Ribeiro de Sá, 2008).

Por sua vez uma turbina transforma a energia potencial em energia mecânica que pode posteriormente ser convertida em energia eléctrica, através de um alternador.

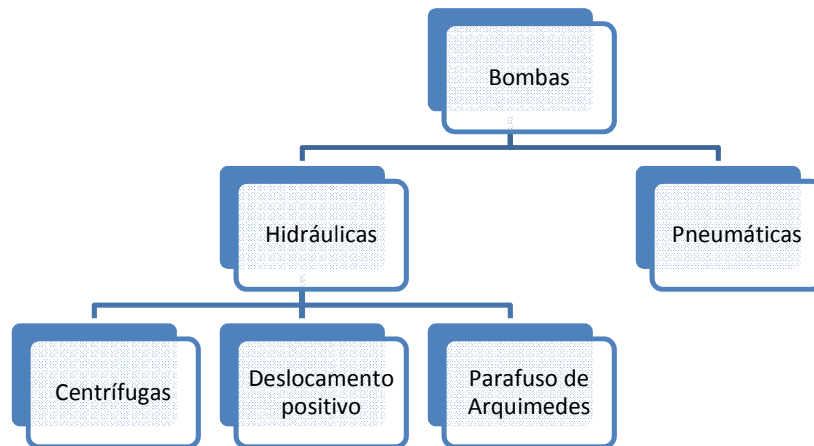


Figura 14 – Diagrama da classificação das bombas.

Bombas centrífugas ou de rotor dinâmico

A movimentação do fluído ocorre pela acção das forças que se desenvolvem na massa líquida, em consequência da rotação de um eixo no qual é acoplado um disco (rotor, impulsor) dotado de pás (palhetas, hélice) que recebe o fluído no centro e o expulsa pela periferia, pela acção da força centrífuga (ver Figura 15) (Ribeiro de Sá, 2008).

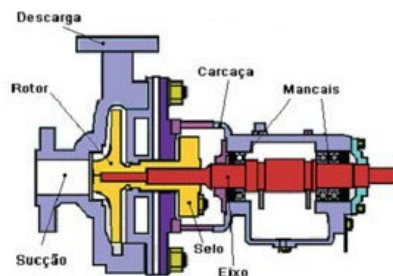


Figura 15 - Representação esquemática de uma bomba centrífuga.
(Fonte: www.du-o-lap.com.br)

Bombas de deslocamento positivo ou bombas volumétricas

A movimentação do fluído é causada directamente pela acção de um dispositivo mecânico da bomba que obriga o fluído a um movimento na direcção do deslocamento que está sujeito este dispositivo (embola, engrenagem, palhetas). Designa-se por variação volumétrica porque

sucessivamente o fluido ocupa e desocupa espaços no interior da bomba, com determinados volumes (ver Figura 16) (Ribeiro de Sá, 2008).

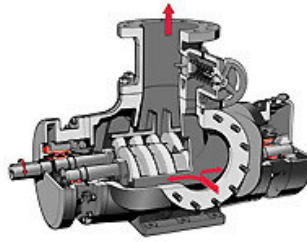


Figura 16 – Representação de uma bomba volumétrica.
(Fonte: www.schaeffler.com)

Alguns aspectos que devem ser contemplados na avaliação de eficiência:

São várias as medidas de economia de energia passíveis de serem implementar em sistemas de bombagem, reduzindo consideravelmente os consumos, sendo essencial a avaliação desse aspectos (BCSD Portugal, 2005):

- Selecção rigorosa do motor e o seu controlo;
- Selecção criteriosa da(s) bomba(s);
- Avaliação do estado das condutas;
- Manutenção adequada da rede.

5.3.3.3. Sistema de ar comprimido

O ar comprimido é utilizado actualmente de forma extensa nos mais diversos processos industriais porque apresenta inúmeras vantagens, podendo destacar-se os seguintes aspectos (ADENE, 2004):

- O ar encontra-se disponível gratuitamente para ser utilizado e após a realização do trabalho não requer tubagem de retorno, ao contrário do óleo hidráulico por exemplo.
- É armazenado facilmente sendo possível dispor de elevadas quantidades de energia.
- As fugas de ar no sistema, embora sejam um desperdício, não constituem risco para o Homem e Ambiente.
- Pode ser utilizado para obter movimento linear e rotativo para largas gamas de força e velocidade.
- Pode ser utilizado tanto como meio de medição como de actuação para executar funções complicadas de controlo.
- Pode ser utilizado como meio de agressão (decapagem com areia) e de protecção (lubrificação de rolamentos).

A instalação de um sistema de ar comprimido apresenta-se geralmente segundo um standard que se apresenta na Figura 17.

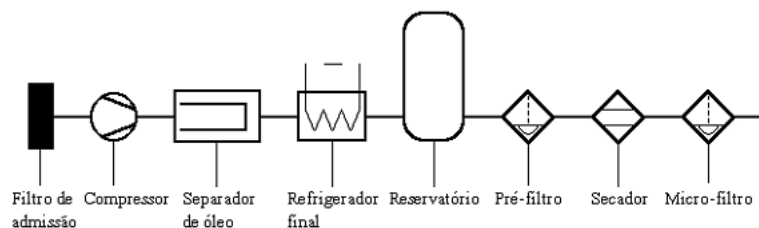


Figura 17 – Representação esquemática de uma instalação de produção de ar comprimido.
(Fonte: ADENE, 2004)

A classificação dos compressores apresenta-se no Anexo 2 dada a sua extensão. De seguida são apresentadas os dois tipos de compressão, a dinâmica e a volumétrica:

Compressão dinâmica: É resultado da transformação de energia cinética em pressão. Usa-se a energia para movimentar fortemente o ar captado, e quando este desacelera a pressão aumenta (Novais, 1993).

Compressão volumétrica: Também conhecida por deslocamento positivo, resulta da diminuição de um volume, ou seja, a pressão do gás aumenta quando o volume onde está contido diminuir (Novais, 1993).

Alguns aspectos que devem ser contemplados na avaliação de eficiência:

Algumas das medidas apontadas como potenciais economias de energia apresentam-se seguidamente (Novais, 1993; ADENE, 2004):

- Eficiência dos compressores;
- A temperatura de entrada do secador não deve exceder os 35 °C;
- Deve estar ainda isento de óleo e partículas;
- Deve verificar-se as válvulas¹² e a sua adequação para o processo;
- A perda de carga entre o compressor e o ponto mais afastado da rede não deve exceder os 0,3bar. Para instalações de dimensão bastante grande, é admissível um valor ligeiramente superior, mas nunca superior a 0,5bar.

¹² As válvulas são imprescindíveis nas redes, para bloquear ou permitir a passagem do ar, introduzem também grandes perdas de carga, é crucial a selecção criteriosa destes dispositivos.

5.3.3.4. Sistemas de ventilação

A ventilação industrial pode ser entendida como a operação realizada mecanicamente, visando controlar a temperatura, a distribuição do ar, a humidade e eliminar contaminantes do ar (vapores, partículas, microrganismos, odores, entre outros). Deve ainda, ter-se em atenção que um contaminante pode ser uma substância naturalmente presente no ar, mas que devido à sua concentração passa a oferecer risco para a saúde humana e ambiente (Macintyre et al., 1990).

Os sistemas de ventilação dividem-se em Sistemas de Ventilação Geral e em Sistemas de Ventilação Local Exaustora (Macintyre et al., 1990):

Sistema de Ventilação Geral - A movimentação do ar pode ser de origem natural ou mecânica. E tem como principais objectivos manter o conforto, a saúde e segurança humana ou por outro lado, conservar os materiais e equipamentos.

Sistemas de Ventilação Local Exaustora – Realiza-se com um equipamento captor de ar junto à fonte poluidora, de modo a remover o ar local para a atmosfera, ou trata-lo devidamente em equipamentos de tratamento, a fim de não existir riscos para o ambiente.

Os ventiladores são turbomáquinas que se destinam a produzir o deslocamento dos gases. Analogamente ao que ocorre nas turbobombas a rotação de um rotor dotado de pás adequadas, accionado por um motor geralmente eléctrico, permite a transformação de energia mecânica em energia potencial de pressão e energia cinética. Assim, o fluído escoar-se através dos ductos, vencendo as resistências ao deslocamento.

Para classificar os ventiladores existem vários critérios, porém dada a sua extensão não será descrita essa classificação, de forma semelhante ao que vem sendo feito, encontra-se no Anexo 2 alguns dos ventiladores industriais mais usados, com o respectivo modelo, características e aplicações.

Alguns aspectos que devem ser contemplados na avaliação de eficiência:

Algumas das medidas apontadas como potenciais economias de energia (Ribeiro de Sá, 2008; BCSD Portugal, 2005):

- Rendimento do ventilador;
- Rendimento do motor;
- Caudal e pressão de operação.

5.3.3.5. Sistemas de frio industrial

A maioria parte dos sistemas frigoríficos baseia-se no ciclo de compressão de vapor com recurso a um fluido frigorígeno no qual se dá a mudança de fase (líquido para gasoso). As principais componentes de um sistema de frio são o compressor, o condensador e o evaporador (ver Figura 18).

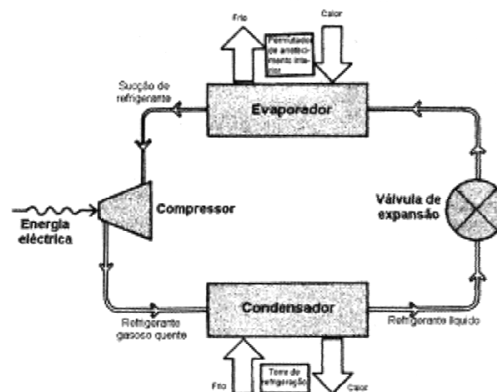


Figura 18 – Representação esquemática de um sistema de frio.
(Fonte: Ribeiro de Sá, 2008)

Evaporador: No interior do permutador de calor do evaporador, o fluido é vaporizado. O calor proveniente do espaço condicionado pelo evaporador provoca a evaporação do fluido a uma temperatura muito baixa, dando origem a vapores a baixa temperatura e baixa pressão.

Compressor: Através da tubagem que liga o evaporador ao compressor, este faz a aspiração dos vapores do fluido frigorígeno do evaporador, comprimindo-os para uma pressão mais elevada. Da compressão resulta também uma elevação da temperatura.

Condensador: No seu permutador de calor é feita a transferência do calor trazido pelo fluido trazido pelo fluido frigorígeno para um outro meio que poderá ser o ar ambiente. À medida que os vapores do fluido sob a forma de gás a alta pressão avançam no interior das tubagens do condensador, efectua-se a troca térmica, perdendo o sobreaquecimento que trazem da compressão e arrefecem até que se inicia a mudança de estado e se encontram totalmente em fase líquida e a uma pressão constante. Sob a forma de líquido a alta pressão e a uma temperatura mais elevada que a temperatura ambiente, abandonam o condensador.

Válvula de expansão: O fluido que se encontrava na fase líquida e a alta pressão (à pressão de condensação), ao passar através de um orifício da válvula, fica submetido a uma pressão baixa (a pressão de evaporação) originada pela aspiração do compressor. Com esta despressurização, o

ponto de ebulição do fluido baixa substancialmente, pelo que começa a e vaporizar, originando o “frio” no interior das tubagens no interior do permutador (Ribeiro de Sá, 2008).

Alguns aspectos que devem ser contemplados na avaliação de eficiência:

Algumas das medidas apontadas como potenciais economias de energia apresentam-se referidas por (Ribeiro de Sá, 2008):

- Eficiência do compressor;
- Eficiência da iluminação;
- Estado dos isolamentos e a sua adequação;
- Análise periódica de fugas;
- Manutenção adequada da rede.

5.3.4. Iluminação

O consumo de energia eléctrica para fins de iluminação não deve de forma alguma ser desconsiderado, quando comparado com o consumo de energia no processo produtivo da indústria. Pois a iluminação industrial representa geralmente cerca de 5% a 7% do consumo global de energia eléctrica (ADENE, 2004). Deve contudo realçar-se o facto de existirem casos em que esse valor é largamente ultrapassado, como foi constatado pela análise a casos de estudo.

Nesse sentido actualmente procura-se a implementação de sistemas de iluminação que proporcionem os níveis de iluminação necessários, e paralelamente reduzam o consumo de energia eléctrica e custos associados aos programas de manutenção.

Num projecto de iluminação deve ter-se em consideração os seguintes parâmetros característicos das instalações (ADENE, 2004):

Níveis de iluminação: As diferentes tarefas requerem diferentes níveis de iluminação e quanto maior for o nível de detalhe ou menor for o contraste com o fundo, maior será a quantidade de luz necessária para a realização das tarefas. As instalações de iluminação devem ser apropriadas aos níveis de iluminação necessários.

Equilíbrio da iluminação: Uma distribuição equilibrada da iluminação é um factor indispensável para o rendimento e conforto visual dos utilizadores, de modo a evitar uma iluminação direccionada muito difusa ou demasiado forte.

Encandeamento: O encandeamento, directo ou reflectido, produz nos utilizadores sensações de desconforto que, em alguns casos, pode levar à total incapacidade de visão. É comum a ocorrência deste fenómeno nas instalações com lâmpadas fluorescentes montadas em régua desprotegidas.

Restituição de cor: O modo como a luz reproduz as cores dos objectos designa-se por restituição de cor. Uma das características importantes das lâmpadas é o seu índice de restituição de cor, factor determinante para a sua escolha em função das tarefas a desempenhar e da necessidade da criação de uma atmosfera agradável, contribuindo assim para o aumento de rendimento.

Uma das potenciais economias em termos de iluminação para além do uso de tecnologias eficientes assenta também na utilização de iluminação natural. Através de soluções adequadas, é possível obterem-se economias de energia significativas, não apenas respeitantes à iluminação como também ao aquecimento do ambiente interior. No entanto, a maioria das instalações industriais não foram projectadas tendo em conta a utilização das condições de iluminação natural, essa tendência deve ser alterada.

5.3.4.1. Lâmpadas

Segundo a Agência para a Energia as características mais importantes duma lâmpada são:








- Fluxo luminoso que produz, ou seja a iluminação que dá (medido em lúmen);
- E a eficácia luminosa, muitas vezes designada por ‘rendimento luminoso’, que é a razão entre o fluxo luminoso (em lúmen) produzido e a energia eléctrica (em Watt) consumida pela lâmpada.

$$\eta = \frac{\Phi \text{ (lm)}}{P \text{ (W)}}$$

As reduções do consumo de energia eléctrica nas indústrias passa pela utilização de lâmpadas de elevada eficiência luminosa, pelo que é fundamental conhecer as suas características principais de modo avaliar a adequação das escolhas.

Na Tabela 4 apresentada pela ADENE é indicado o aspecto e a eficácia média das lâmpadas para fins de iluminação, agrupadas por tipos. Geralmente as lâmpadas têm uma eficácia tanto maior quanto maior for a sua potência.

Tabela 4 – Classificação do tipo de lâmpadas de acordo com eficiência e área de aplicação.

Tipo de Lâmpada	(lm/W)	Área de Aplicação
 Incandescentes	12	Este tipo de lâmpadas é muito utilizado, na iluminação interior, embora seja a menos eficiente e com menor duração. Da energia que consomem, só 5 o 10% se transforma em energia luminosa. Todo a outra energia se transforma em calor. Existem em diversas formas algumas delas bastante decorativas. As de fraca intensidade têm uma eficiência inferior a 10 lm/w.
 Halogéneo	15	Este tipo de lâmpadas é usado em iluminação interior. Existem lâmpadas que trabalham em corrente normal (220-240V) enquanto que outras trabalham em baixa tensão (é preciso usar um transformador para reduzir a tensão da rede). Estas últimas têm uma eficácia cerca de 15% superior às outras.
 Fluorescentes compactas	45	Muitas destas lâmpadas possuem já um balastro electrónico incorporado. As que possuem um balastro electrónico são mais eficientes do que as que possuem balastro convencional. Dependendo do tipo, os mais eficientes podem ter uma eficiência da ordem de 60 lm/w, começam a ser bastante comuns na iluminação interior.
 Fluorescentes (tubulares) Identificam-se como T8 (diâmetro de 26 mm)	40-80	Este tipo de lâmpadas é muito usado na iluminação interior de edifícios de serviços e indústria. As lâmpadas fluorescentes precisam dum arrancador para funcionar. A maioria destas lâmpadas pode ser usada com balastro convencional ou electrónico. As que usam balastro electrónico são mais eficientes. A maioria é tubular simples (tem a forma dum tubo direito) embora existam lâmpadas circulares e em forma de "U".
 Fluorescentes (tubulares) Identificam-se como T5 (Ø 16 mm, balastro electrónico)	75	Dos diferentes tipos de lâmpadas fluorescentes, as lâmpadas de 16mm são as mais eficientes. Dependendo do tipo, as mais eficientes podem ter uma eficácia da ordem de 90 lm/w.
 Fluorescentes (Ø 26 mm, balastro electrónico)	60	Dependendo do tipo de lâmpada, os mais eficientes podem ter uma eficácia da ordem de 75 lm/w.
 Fluorescentes (Ø 26 mm, balastro convencional)	50	Dependendo do tipo de lâmpada, os mais eficientes podem ter uma eficácia da ordem de 60 lm/w.

5.3.4.2. Luminárias

As luminárias são equipamentos que permitem filtrar, repartir e transformar a luz das lâmpadas, possuindo todos os acessórios necessários para as fixar, proteger e unir ao circuito de alimentação eléctrica, como qualquer outro equipamento apresentam também um rendimento associado.

A organização das luminárias e o seu seccionamento são factores muito importantes na qualidade da iluminação. A selecção deve ser feita tendo em conta para que não crie encandeamentos nos planos de trabalho e deve instalar-se de forma a ser possível apagar uma secção sempre que a iluminação seja suficiente, repercutindo-se numa redução no consumo de energia em iluminação.

5.3.5. Sistema de auto-produção de energia

A auto-produção de energia constitui actualmente uma das medidas de atenuação de custos com a energia na indústria. Para além da produção de energia a partir de fontes renováveis, o aproveitamento de energia na forma de calor é um comportamento que embora esteja já implementado, existe ainda muito que evoluir nessa matéria. As indústrias obtêm economias muito significativas pelo aproveitamento dessa energia que seria dissipada, e por isso pedida, e energia dissipada é um custo e uma irresponsabilidade, dada a crise energética assistida. Apenas será feita a apresentação da cogeração, dado que é a tecnologia mais comum e disseminada.

A cogeração é fundamentalmente a produção de energia eléctrica e térmica a partir de uma energia primária. Os processos de produção de energia eléctrica a partir de combustíveis fósseis, biomassa entre outros, dão origem a uma grande quantidade de energia térmica residual. Dada a limitação física que apenas permite o aproveitamento de um máximo de 40% da energia resultante da combustão e que é usada no gerador para produção de energia eléctrica, torna-se fundamental no âmbito da nova estratégia do uso racional da energia, desenvolver mecanismos de aproveitamento dessa energia residual. A cogeração e trigeração representam um importante contributo para o uso sustentável e racional da energia.

Em média, cerca de 2/3 da energia resultante da combustão, é libertada sob a forma de energia térmica, calor (ver Figura 19). Sendo essa energia dissipada, pode e deve ser aproveitada para produção de vapor, aquecimento de água ou de ar, ou para satisfação de outras necessidades de índole térmica. A cogeração é uma tecnologia que aumenta significativamente a eficiência de conversão dos recursos energéticos, ao mesmo tempo que reduz as emissões globais e os custos de operação em mais de 40% (BCSD Portugal, 2005).

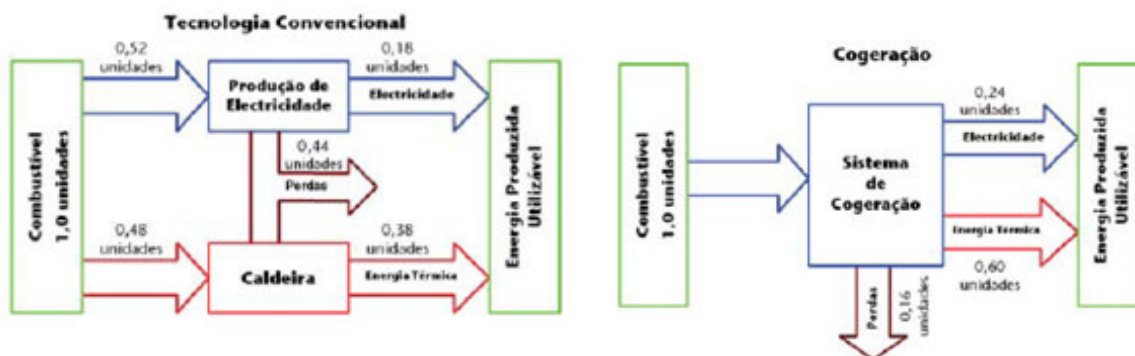


Figura 19 – Representação esquemática do balanço energético com e sem cogeração.

(Fonte: BSCD, 2005)

Podemos definir, resumidamente, por cogeração como a produção simultânea de energia térmica e energia mecânica (para posterior produção de energia eléctrica), a partir de um único combustível.

O gás natural é a energia primária mais frequentemente utilizada para fazer funcionar as centrais de cogeração. Contudo pode recorrer-se a fontes de energias renováveis (biomassa) e aos resíduos industriais.

Os sistemas de cogeração são basicamente separados em dois grandes grupos, em função da sequência de utilização da energia:

- Topping cycle
- Bottoming cycle

No topping cycle o combustível (gás natural por exemplo) é usado primeiramente na produção de energia mecânica (que é convertida posteriormente em energia eléctrica) em turbinas ou motores a gás e o calor rejeitado é recuperado para o sistema térmico (ver Figura 20).

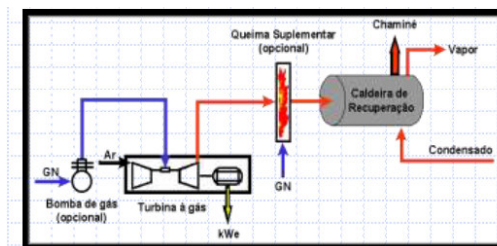


Figura 20 – Representação esquemática de um sistema topping cycle.
(Fonte: www.ee.pucrs.br)

No bottoming cycle a queima do combustível produz primeiramente vapor, que é utilizado para produção de energia mecânica em turbinas a vapor, é depois repassado ao processo (ver Figura 21). A energia mecânica produzida induz o movimento num alternador produzindo-se assim a energia eléctrica.

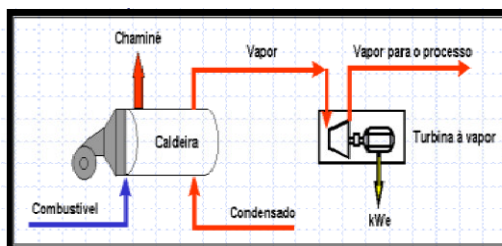


Figura 21 – Representação esquemática de um sistema bottoming cycle.
(Fonte: www.ee.pucrs.br)

As principais vantagens da cogeração podem ser avaliadas pelos seguintes factores:

- Menor custo de energia (eléctrica e térmica);
- Melhor qualidade da energia eléctrica no caso de ser mantida a ligação à rede;
- Maior eficiência energética;
- Menor emissão de poluentes (vantagens ambientais);

Desvantagens da implementação de um sistema de cogeração consistem:

- O calor só pode ser usado perto do centro produtor, devido à maior dificuldade no transporte da energia térmica (perdas térmicas nas tubagens);
- Elevados custos;
- Problemas relacionados com poluição sonora;
- No caso de não funcionar perto da potência máxima e em contínuo (24h/dia) aumenta muito os custos de manutenção.

Capítulo 6

6. Instrumentos de base à ecoeficiência industrial

Tal como foi desenvolvido um estudo detalhado da caracterização técnica da indústria, apresentada no capítulo anterior, também agora para melhor compreender as acções a implementar com vista à avaliação da ecoeficiência na indústria, foi efectuada uma pesquisa detalhada de vários instrumentos que podem, por um lado, constituir constrangimentos à ecoeficiência – neste capítulo agregados nos instrumentos legais – ou constituírem elementos facilitadores da avaliação e monitorização da ecoeficiência – agregados nos instrumentos de carácter voluntário.

6.1. Enquadramento legislativo

Ao longo dos anos muitos têm sido os instrumentos legais desenvolvidos, para que dentro do praticável seja possível controlar de alguma forma a degradação do ambiente, regulamentando a maioria das actividades que interagem com o ambiente. A legislação apresentada não contempla toda a legislação no âmbito do ambiente, sustentabilidade e preservação mas sim a legislação aplicável às actividades industriais, nas diferentes áreas.

6.1.1. Águas e águas residuais

A protecção da qualidade da água conduziu ao desenvolvimento de estratégias e planos por parte da EU, que posteriormente são transpostos para a ordem jurídica interna. No Anexo 3 está contemplada a listagem de toda a legislação em vigor no que respeita ao regime de utilização dos recursos hídricos. Em termos de descargas de águas residuais, contempla quer a que se aplica ao sector industrial em geral bem como a legislação mais específica para determinados sectores, como por exemplo a indústria de curtumes e do sector têxtil. Apresenta ainda os normativos que estabelecem o regime de captação de água para uso industrial.

6.1.2. Emissões atmosféricas

Todos os impactos associados à poluição atmosférica, como por exemplo alterações climáticas, destruição da camada de ozono, formação de chuvas ácidas entre outros, conduziram à necessidade de desenvolver a cooperação internacional através de Convenções e Protocolos, e a nível comunitário à produção de Directivas. A transposição destes instrumentos legais para a ordem jurídica portuguesa resultam num variado conjunto de instrumentos legais de controlo deste tipo de poluição. O Anexo 4 apresenta a legislação que estabelece os valores limite de emissão dos gases

com consequências adversas para o ambiente, as regras relativas à atribuição das licenças de emissão e ainda o regime de controlo metrológico. É também apresentada a listagem da regulamentação relativa a protecção da camada de ozono, regulação da emissão de COV's responsáveis pela formação de ozono troposférico (prejudicial à saúde humana), regulamentação da actividade de instalações que emitem GEE e tectos de emissão associados. E por fim, o mesmo anexo apresenta ainda os normativos que regulam o Registo Europeu das Emissões e Transferência de Poluentes e a legislação aplicável às emissões automóveis.

6.1.3. Resíduos

A prevenção da produção de resíduos, bem como garantia do adequado tratamento adequado a cada resíduo tem conduzido, à semelhança de em outras áreas, ao desenvolvimento de diversos instrumentos legais comunitários que são depois transpostos para a ordem jurídica interna. O Anexo 5 apresenta a lista dos documentos normativos que regulam a gestão de resíduos em Portugal, nomeadamente o regime geral de gestão de resíduos, o funcionamento do Sistema Integrado de Registo Electrónico de Resíduos e o Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Industriais.

6.1.4. Energia

Dada a importância crescente em se implementarem planos de uso racional de energia, existe um conjunto de instrumentos legais que devem servir de condicionantes à gestão da Indústria (ver Anexo 6). As indústrias Consumidoras Intensivas de Energia estão também abrangidas por um conjunto específico de normas que constam também do mesmo anexo. O funcionamento do Sistema Nacional de Gás Natural está também legislado e pelo facto de sector industrial ser consumidor de elevadas quantidades desse combustível é apresentada a listagem da legislação aplicável. A regulamentação aplicada às energias renováveis e sistemas de cogeração no âmbito industrial foi também alvo de análise. Por fim, é apresentada a legislação que regula a atribuição de pontos de recepção de energia eléctrica na rede nacional que, dada a gradual evolução em matéria de auto-produção assume uma importância substância nessa matéria.

6.1.5. Licenciamento industrial

Os termos de pedido de licenciamento encontram-se elencados no Anexo 7, onde é apresentada a legislação vigente nesse âmbito.

6.1.6. Licenciamento ambiental (PCIP)

A Directiva da Prevenção e Controlo Integrados de Poluição representa uma importante viragem na gestão ambiental industrial. Existe um conjunto de sectores industriais que se encontram abrangidos por este regime, o Anexo 8 apresenta os normativos onde consta informação relativa aos sectores abrangidos e termos do pedido de licença.

6.1.7. Ruído

O ruído tem impactos nos ecossistemas e no bem-estar e saúde da sociedade, pelo que minimizar esse impacto, no que respeita a aquele que é gerado pela actividade industrial, tem vindo a mostrar-se cada vez mais importante. Desta forma os instrumentos legais aplicáveis à indústria são apresentados no Anexo 9. Apresenta o regulamento geral do ruído, o regulamento que aprova as medidas de segurança e saúde em matéria de exposição de trabalhadores e ainda o regulamento do controlo metrológico.

6.2. Instrumentos de carácter voluntário

Para além dos instrumentos legais que obrigam a indústria a gerir as questões ambientais de forma adequada e correcta, existe um conjunto de ferramentas de gestão ambiental sustentável, que visam basicamente proteger o ambiente e evitar a sua degradação, baseando-se no desenvolvimento sustentável. Esta nova perspectiva de gestão não é consequência apenas do aumento da consciência ambiental, mas também devido às pressões sociais que ao longo do tempo se têm feito sentir por todo o mundo e diferentes culturas. Pela observação da Figura 22 é evidente uma crescente consciência ambiental por parte das organizações e implementação deste tipo de gestão.

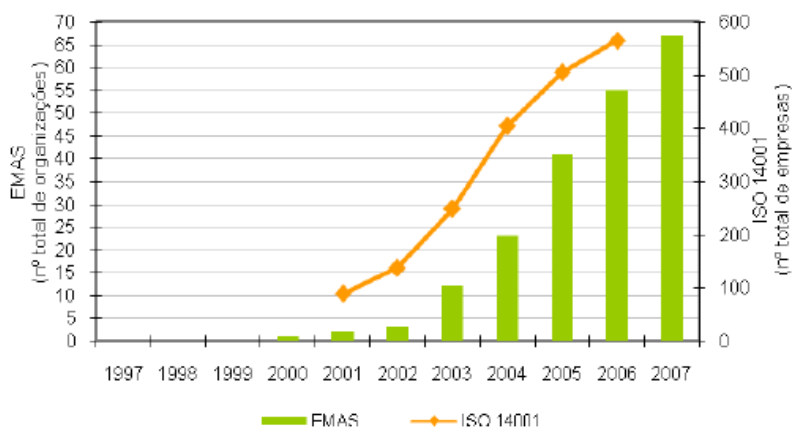


Figura 22 – Organizações com sistemas de gestão ambiental certificadas pela ISO 14001 e EMAS.
(Fonte: REA 2007)

6.2.1. Sistema de Gestão Ambiental

O Sistema de Gestão Ambiental é um instrumento ou ferramenta que materializa a nível prático o conceito de gestão ambiental. Um sistema de gestão ambiental é parte do sistema de uma organização¹³ utilizada para desenvolver e implementar a sua política ambiental e gerir os seus aspectos ambientais¹⁴ (Norma ISO 14001, 2004).

O SGA é, assim, um instrumento voluntário de gestão com o objectivo de conseguir que os impactes ambientais não ultrapassem a capacidade de carga do meio onde se insere a organização, visando um desenvolvimento sustentável. Esta abordagem veio, à semelhança dos demais instrumentos voluntários, alterar a postura das organizações relativamente ao ambiente, passando de uma gestão reactiva para uma gestão proactiva.

A política proactiva associada a um SGA implica o planeamento de medidas mitigadoras dos impactes ambientais, pois através de uma actuação antecipada é possível minimizar os danos no ambiente e na saúde humana. Este tipo de abordagem não se foca apenas em gerir o impacto mas, essencialmente, intervir nas causas desses efeitos nefastos, obrigando assim a deslocar o foco de acção para a origem do problema (Dias, 2007). Quanto mais a jusante se intervém, mais sucesso e menos custos representam as medidas correctivas. Desta forma, é indiscutível o significativo contributo que este tipo de gestão tem no âmbito da preservação e protecção do ambiente, prevenção da poluição e saúde humana de forma indirecta. Este tipo de sistemas pode ser implementado segundo a norma ISO 14001 ou o Regulamento (CE) nº 761/2001 de 19 de Março (EMAS).

A Norma ISO 14001 especifica os requisitos relativos a um sistema de gestão ambiental, que permita à organização desenvolver e implementar uma política ambiental e definir metas e objectivos, com base nos requisitos legais e outros que subscreva e aspectos ambientais significativos. Esses aspectos ambientais significativos são os que a organização identifica como aqueles que pode controlar e os que influencia.

De um modo bastante simplificado, um SGA segundo a ISO 14001 deve compreender:

- Política Ambiental;
- Planeamento;
- Implementação e operação;
- Verificação;
- E revisão pela gestão.

¹³ Deve entender-se por Empresa ou Indústria, quando a ISO 14001 se refere a organização.

¹⁴ Segundo a Norma ISO 14001, aspecto ambiental é o elemento das actividades, produto ou serviços de uma organização que pode interagir com o ambiente.

O EMAS é um sistema comunitário de ecogestão e auditoria, europeu ao contrário da ISO que é internacional, que tem como objectivos a avaliação e melhoria do comportamento ambiental de uma organização e a prestação de informações relevantes ao público e a outras partes interessadas. A implementação do SGA é feita segundo a Norma Internacional, apenas se observam algumas diferenças entre este registo europeu e a ISO. A abordagem é por isso semelhante existindo apenas um conjunto de requisitos que têm que se ver cumpridos no âmbito de uma certificação ambiental segundo o EMAS adicionalmente, como seja:

- Verificação do levantamento ambiental inicial;
- Publicação da Declaração Ambiental;
- Conformidade legal comprovada;
- Conjunto de exigências que devem ser feitas aos fornecedores e empreiteiros;
- E o envolvimento comprovado dos trabalhadores.

6.2.2. Política Integrada de Produtos

A Política Integrada de Produtos (PIP) consiste no estabelecimento de uma interacção entre políticas e instrumentos de diferentes domínios, tendo como principais objectivos a redução da utilização de recursos e do impacto ambiental dos resíduos.

O Livro Verde (COM (2001) 68) propôs uma estratégia de reforço e reorientação das políticas ambientais relativas aos produtos, com vista a promover o desenvolvimento de um mercado de produtos mais ecológicos, visando estimular o debate público sobre a estratégia proposta e os seus elementos, sobre as perspectivas abertas aos intervenientes e aos governos e sobre os meios práticos para a concretizar e promover.

O conceito surge na sequência da estratégia de gestão sustentável e mais responsável dos recursos naturais, resultado da procura da materialização do DS. O Sexto Programa de Acção em Matéria de Ambiente¹⁵ identifica esta área de gestão mais sustentável como um dos temas prioritário, pelo que o Conselho Europeu acordou que a PIP, destinada a reduzir a utilização de recursos e o impacto no ambiente resultante dos resíduos, deve ser implementada em cooperação com as organizações. A PIP pretende combinar e estabelecer o equilíbrio entre a melhoria dos padrões de vida e o bem-estar (melhoria essa reflexo do progresso, que entenda-se como indispensável) e a protecção do ambiente. Por outras palavras, é necessário encontrar soluções positivas simultaneamente para o ambiente e a indústria, em que as melhorias ambientais e as melhorias no desempenho dos produtos

¹⁵ Decisão 1600/2002/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, que estabelece o sexto programa comunitário de acção em matéria de ambiente, JO L 242, 10.9.2002, pp. 1-15.

surjam simultaneamente contribuindo para a competitividade industrial a longo prazo (COM (2003) 302 final).

As políticas ambientais relacionadas com produtos têm-se revelado eficazes, contudo tornou-se também claro que é necessário considerar todo o ciclo de vida do produto, incluindo a fase da utilização. Isso permite que os impactes ambientais sejam abordados de uma forma integrada e não sejam simplesmente deslocados de uma parte do ciclo de vida para outra, como é referido na Comunicação.

A Comunicação refere ainda que, para obter bons resultados, a política também deve ter em conta determinadas características dos produtos que fazem deles um objecto difuso, obrigando a medidas de redução da poluição mais eficazes, são elas:

- O aumento de quantidade total e diversidade de produtos e serviços;
- A inovação gera novos tipos de produtos, tornando-os geralmente mais complexos;
- A concepção do produto pode ser perfeita, mas a utilização e a eliminação incorrectas podem causar impactos ambientais significativos;
- E por fim, a comercialização global;

A abordagem PIP está baseada em 5 princípios principais, a Comunicação refere:

- **Conceito de Ciclo de Vida** – Considera o ciclo de vida de um produto e procura reduzir os seus impactes ambientais acumulados. Procura também, promover a coerência das políticas consequência da abordagem de todo o ciclo de vida do produto de uma forma integrada.
- **Relação com o mercado** – Estabelece incentivos de modo a direccionar as organizações e mercados rumo à sustentabilidade, através da oferta e procura de produtos mais compatíveis com o ambiente.
- **Participação das partes interessadas** – Visa incentivar a interacção entre os *stakeholders* que entram em contacto com o produto (indústria, governo e consumidores) a agirem de acordo com a sua esfera de influência e promoverem a cooperação entre as várias partes interessadas. A indústria pode repensar a concepção dos produtos, os consumidores podem adquirir os produtos com menor impacto no ambiente e procurar fazer uma pré-gestão do resíduo adequada a cada tipo de componente do produto, os governos podem criar as condições económicas e jurídicas de base aplicáveis às economias nacionais.
- **Aperfeiçoamento contínuo** – Pretende-se introduzir melhorias para reduzir os impactes ambientais do produto ao longo do seu ciclo de vida, ao nível da sua concepção, utilização ou eliminação, tendo em consideração os parâmetros estabelecidos pelo mercado. As

indústrias podem assim estabelecer o seu próprio objectivo e meta e concentrar-se nas melhorias economicamente mais eficientes.

- **Instrumentos políticos diversos** – A abordagem PIP requer vários instrumentos distintos devido à variedade de produtos e ao facto da heterogeneidade das várias partes interessadas. Esses instrumentos podem ser de carácter voluntário mas também regulamentar, bem como de escala local à escala internacional. A tendência da PIP é, manifestamente, trabalhar com abordagens de carácter voluntário, embora também possam ser necessárias medidas obrigatórias.

De seguida são apresentadas algumas das funções a desempenhar pela indústria, para que possam contribuir para o sucesso e sustentabilidade desta política na prática:

- Promover a integração dos aspectos ambientais nos organismos nacionais de normalização;
- Investir na educação, formação e sensibilização dos trabalhadores para o conceito de ciclo de vida e os instrumentos de informação ambiental;
- Integrar os conceitos da PIP nos programas de I&D das organizações;
- Implementar sistemas de gestão ambiental, que incorporem a dimensão do produto;
- Requerer a atribuição do rótulo ecológico europeu e apoiar o seu desenvolvimento;
- Seguir as orientações relativas às declarações ecológicas;
- Participar em projectos-piloto relativos a produtos;
- Prestar informações sobre a aplicação da PIP, inclusivamente nos relatórios ambientais das organizações.

6.2.3. Actuação Responsável e a indústria química

O programa Actuação Responsável (AR) ou *Responsible Care* é um instrumento voluntário, que representa o compromisso e a garantia da Indústria Química mundial assume perante requisitos de segurança e preservação do ambiente. As indústrias comprometem-se unilateralmente a melhorar continuamente o seu desempenho na área da saúde, segurança e ambiente, divulgando ao público esse desempenho e progressos alcançados (www.responsiblecare.org). A AR surgiu em 1987 por iniciativa da Associação Canadiana de Produtores de Química (CCPA) e está implementado actualmente em mais de 50 países. Em Portugal este programa foi introduzido pela Associação Portuguesa das Empresas Químicas (APEQ) em 1993.

Esta abordagem coloca a indústria química em vantagem em relação a outros sectores industriais no que respeita a segurança e protecção do ambiente, visto que numa perspectiva de melhoria contínua, planeiam, actuam e verificam todas as acções que representem algum risco para a saúde,

segurança e ambiente. Além do que através do desenvolvimento de indicadores quantitativos demonstram a sua evolução e melhoram a imagem e confiança junto dos *stakeholders*.

A nível Europeu esta abordagem voluntária de actuação da indústria química em equilíbrio com a protecção do ambiente e saúde humana complementa o sistema europeu REACH¹⁶. O sistema REACH (the *Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical substances*) tem como objectivo melhorar a protecção da saúde humana e do ambiente, mantendo contudo a competitividade e reforçando o espírito de inovação da Indústria química europeia. Com o Regulamento (CE) nº1907/2006 a União Europeia põe em prática o sistema REACH, um sistema integrado único de registo, avaliação e autorização de substâncias químicas, e cria uma Agência Europeia das Substâncias Químicas. Este sistema obriga as indústrias que fabricam e importam substâncias químicas a avaliar os riscos decorrentes da utilização das mesmas e a tomar as medidas necessárias para gerir todos os riscos que identificarem (<http://europa.eu>).

Em Portugal surge em 2001 o PACOPAR¹⁷ (Painel Consultivo Comunitário do Programa de Actuação Responsável) numa tentativa de unir esforços e consequentemente aproveitar as vantagens associadas a ao estabelecimento de sinergias entre as diferentes empresas que compõem o Complexo Químico de Estarreja (CQE) bem como outras entidades institucionais, que ao longo do tempo foram integradas nesse Painel credibilizando-o e constituindo uma mais-valia para o mesmo (poder autárquico, protecção civil, saúde, educação, investigação, defesa e protecção do ambiente) (BSCD Portugal, 2006).

No âmbito da actuação responsável e assumindo o compromisso de uma melhoria contínua, mais recentemente o PACOPAR renovou esse compromisso, garantindo a construção de um desenvolvimento sustentável baseado em três pilares, protecção do ambiente, emprego e crescimento económico na linha da competitividade.

Para finalizar, é evidente o elevado nível de consciência ambiental e social que a indústria química possui, já que não se restringe ao cumprimento da legislação que vigora no âmbito das substâncias químicas, com o REACH, mas procura ir mais longe e actuar de forma ainda mais responsável. Com este instrumento voluntário, mais uma vez se consegue demonstrar também que a união e desenvolvimento de estratégias e planos em conjunto com as diferentes partes interessadas e outras indústrias do ramo, se mostra muito conveniente e compensador.

¹⁶ Referido pela primeira vez no Livro Branco da Comissão de 27 de Fevereiro de 2001, relativa à estratégia para a futura política em matéria de substâncias químicas. (COM (2001) 88).

¹⁷ O PACOPAR é dinamizado por um secretariado constituído pelas empresas, em regime de rotatividade bianual, e tem ainda um grupo de trabalho que desenvolve de forma sistemática tarefas específicas, como prevenção de riscos, comunicação, ambiente e enquadramento paisagístico. Os membros do Painel reúnem-se 4 vezes por ano em assembleia.

6.2.4. Responsabilidade Social

A Responsabilidade Social das empresas é o conceito segundo o qual as organizações decidem, de forma voluntária contribuir para uma sociedade mais justa e para um ambiente mais saudável. Esta responsabilidade manifesta-se em relação aos trabalhadores e, mais genericamente, em relação a todas as partes interessadas afectadas pela organização, e que por sua vez, podem influenciar os resultados económicos da mesma (COM (2001) 366).

A Responsabilidade Social representa uma abordagem proactiva e mais exigente que não se restringe ao cumprimento da legislação aplicável, mas contemplada a vertente de investimento em capital humano, no ambiente e nas relações com as partes interessadas e as comunidades locais (www.igt.gov.pt). Desta forma, modela o crescimento económico, suportado por níveis de elevada produtividade, competitividade e concorrência, que asseguram a sustentabilidade ambiental e social, favorecendo a coesão e paz social, constituindo assim uma matriz de gestão podendo representar um suporte de orientação para as organizações. É notável a sua evolução em termos da tomada de consciência que a responsabilidade social é passível de se revestir de um valor económico directo.

As práticas socialmente responsáveis implicam, geralmente, a intervenção em trabalhadores e questões relacionadas com o ambiente. Relativamente à primeira prende-se com questões de investimento em capital humano, saúde e segurança, enquanto as práticas ambientalmente sustentáveis se relacionam com a gestão de recursos naturais e processo produtivo.

6.2.4.1. Gestão de recursos humanos

A Comunicação apresenta um conjunto de aspectos relacionados com esta perspectiva de gestão, de seguida são apresentadas resumidamente um conjunto de medidas a implementar e aspectos a ter em consideração numa empresa socialmente responsável:

- Maior qualificação dos colaboradores;
- Práticas de recrutamento responsáveis, nomeadamente não-discriminatórias;
- Programas de educação e formação;
- Programas de saúde e segurança actualizados;
- No caso de ser necessário reestruturar a organização que pretenda ser socialmente responsável, é essencial que se equilibre o interesse de todas as partes interessadas que são afectadas pela mudança e novas decisões.

6.2.4.2. Gestão do impacte ambiental

À semelhança do que foi feito anteriormente, apenas se apresentam de forma sucinta alguns dos aspectos e acções que podem e devem ser tomadas por este tipo de empresas, referidas na mesma Comunicação:

- Redução do consumo de matéria-prima, emissões e produção de resíduos;
- Integração na gestão da empresa a Política Integrada de Produtos;
- Integração da Ecoeficiência na política de gestão da empresa.

A responsabilidade social integra também uma dimensão externa à empresa, que vem de alguma forma complementar este tipo de abordagens mais internas e focalizadas na actividade económica. O conjunto de acções e medidas externas de actuação responsável, prendem-se com a integração adequada da organização numa perspectiva da envolvente local, quer ambiente físico quer seja ambiente social. Ainda, a importância e necessidade do estabelecimento de parcerias com os comerciais, fornecedores e consumidores. E por fim, a dimensão dos direitos humanos integra também esta abordagem de responsabilidade social.

A Comunicação refere que apesar da maioria das organizações reconhecerem de forma progressiva a sua responsabilidade social, em alguns casos, é necessário adoptar procedimentos de gestão que o reflectam. Este conceito deve ser integrado no conceito de gestão habitual, envolvendo a produção, trabalhadores, gestores e todas as partes que interajam com a mesma.

Por fim importa referir que, as abordagens à responsabilidade social são processos graduais e variáveis em função do sector em questão e ainda das disparidades culturais. Numa fase inicial, geralmente, as organizações adoptam declarações de princípios, de missão ou um código de condutas, onde são enumeradas as responsabilidades e diferentes partes interessadas. No entanto, numa fase mais avançada a dimensão social e ambiental é integrada em definitivo nas estratégias de gestão interna, o que conduz à necessidade de auditorias sociais e ambientais e/ou implementação de programas de formação. A forma de conduzir todo este processo varia, como referido anteriormente, com a sociedade onde está inserida a actividade, pelo que a abordagem deve ir de encontro com as necessidades específicas da sociedade e ambiente envolvente.

Capítulo 7

7. Manual de Avaliação da Ecoeficiência para a Indústria

Após a detalhada pesquisa bibliográfica, bem como o estudo desenvolvido tanto relativo à caracterização da indústria, como aos instrumentos normativos que condicionam a avaliação da ecoeficiência apresentado nos dois capítulos anteriores, tornou-se possível apresentar um Manual de Avaliação de Ecoeficiência para a Indústria. Sem a investigação sobre o tipo de sistemas que existem na indústria e o seu funcionamento, sem a investigação de aspectos críticos que caracterizam a actividade e as fragilidades nos sistemas não seria possível propor esta ferramenta de avaliação de ecoeficiência.

De modo a complementar esta investigação teórica e ajudar na percepção da verdadeira dimensão e complexidade associada ao sector industrial, foi realizado um trabalho de campo que contou com uma visita a uma unidade industrial de processamento de cevada para produção de malte. Nesta fase, tentou-se também assimilar que tipo de sistemas produtivos e de apoio existem e como se apresentam em campo, e ainda avaliar o nível de automatização que pode existir. Esta unidade possui uma central de cogeração o que levou desde logo a considerar a componente de auto-produção de energia na lista, uma solução tecnológica cada vez mais procurada pelo sector industrial. A auto-produção de energia permite por um lado tornar a indústria mais autónoma a nível energético, e por outro permite gerar lucros pela injeção de energia eléctrica na rede nacional.

O Manual compreende todo o processo de avaliação, ou seja, o que medir, como medir, como tratar os dados e como apresentar os resultados. Contempla assim, as seguintes componentes:

- Metodologia das Auditorias de Ecoeficiência;
- Lista de Verificação de Ecoeficiência para a Indústria;
- Tratamento de dados associado aos dados recolhidos na auditoria;
- Modelo de relatório de comunicação de resultados.

7.1. Metodologia das auditorias

Uma Auditoria de Ecoeficiência (AE) é a ferramenta usada para se poder avaliar o estado actual da indústria, ou seja, obter uma imagem o mais realista e rigorosa possível do funcionamento da indústria, como já foi referido anteriormente. Apenas após uma recolha de dados exaustiva se pode detectar falhas, avaliar o grau de ecoeficiência e sugerir melhorias, como novas soluções tecnológicas, procedimentos concretos e reengenharia de processos.

Através de uma pesquisa e análise da metodologia das auditorias ambientais, (Oliveira, 2005; AIP, 1998; Caseirão, 2003) bem como pela análise do Protocolo de Procedimentos Departamento Técnico Ecoinside® tornou-se possível, com base nas diferentes metodologias das auditorias ambientais (resíduos, energéticas e outras), estabelecer uma metodologia própria e específica para a avaliação da ecoeficiência na indústria.

Os objectivos de uma AE podem sofrer pequenas alterações de acordo com a Indústria em estudo, contudo de uma forma geral deve permitir:

- Fazer o levantamento de todos os dados identificados na Lista de Verificação de Ecoeficiência para a Indústria (checklist);
- Conhecer a rotina e as taxas de ocupação das instalações;
- Compreender os inputs e outputs de cada área e sector;
- Analisar a gestão de recursos;
- Detectar previamente aspectos críticos no âmbito da organização e gestão;
- Avaliar a eficiência e adaptabilidade dos sistemas e dos recursos utilizados;
- Identificar de riscos e ineficiências;
- Evidenciar possibilidades de economia no consumo de recursos;
- Verificar o cumprimento da legislação ambiental nacional, comunitária e internacional aplicável.

7.1.1. Planeamento

O objectivo da fase de planeamento é, fundamentalmente, criar as condições necessárias para se garantir uma actuação no campo, organizada, ordenada e eficiente.

Nesta fase deve ser indicado por parte do cliente – a Indústria - o elemento de ligação – o Guia – (denominado pela Ecoinside® como *Eloinside*). Este elemento deverá ser um colaborador sénior, conhecedor da rotina de toda a actividade. O papel deste elemento é de extrema importância, pois qualquer informação e qualquer esclarecimento serão solicitados a essa pessoa. Deve proceder-se desta forma por questões de organização e pragmatismo, visto que uma avaliação em ecoeficiência exige a intervenção em todos os sectores, tornando-se difícil a comunicação eficaz se houver necessidade de se contactar com diferentes departamentos para recolher a informação necessária. Esta fase de planeamento engloba:

a. A recolha das plantas das infra-estruturas que compõem a instalação industrial:

- i. Peças desenhadas e escritas:
 1. Redes eléctricas;

- 2. Redes mecânicas (incluído sistemas AVAC¹⁸);
- 3. Redes hidráulicas (águas limpas e residuais)
- ii. Memórias descritivas.

b. A recolha e análise de informação relativa a:

- i. Fluxograma do processo produtivo;
- ii. *Lay-out* da actividade;
- iii. Plantas da rede de combustíveis
- iv. Registos históricos de produção;
- v. Valor Acrescentado Anual Bruto;
- vi. Descrição da frota de transportes, de acordo com categorias;
- vii. Distribuição dos recursos humanos pelos diferentes sectores;
- viii. Auditorias realizadas anteriormente;
- ix. Registo dos produtos químicos usados;
- x. Boletins de análises químicas, análises de controlo de qualidade, etc;
- xi. Descrição dos sistemas de tratamento de água residuais;
- xii. Descrição dos sistemas de tratamento de efluentes gasosos;
- xiii. Relatórios das monitorizações de emissões atmosféricas;
- xiv. Documentação onde conste origem e consumos (facturas) de energia eléctrica;
- xv. Documentação onde conste origem e consumos (facturas) de água;
- xvi. Facturas dos consumos de combustível;
- xvii. Documentação onde conste custo de auto-produção de energia (€/ano) (s.a)¹⁹;
- xviii. Documentação onde conste a quantidade de energia que é injectada na rede se tiver alguma unidade de auto-produção de energia (MWh) (s.a);
- xix. Documentação onde conste o benefício financeiro bruto com essa venda de energia para a rede (€/ano) (s.a);
- xx. Documentação do tipo de resíduos que são gerados e consequentemente geridos (mapas de registo);
- xxi. Sistema de Higiene e Segurança no Trabalho no contexto da actividade;
- xxii. Sistema HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points);
- xxiii. Termos do licenciamento industrial e ambiental se aplicável;
- xxiv. Planos de emergência e prevenção de acidentes ao abrigo da Directiva Seveso II;
- xxv. E ainda sistemas especiais de operação, por exemplo de higiene.

¹⁸ Aquecimento, ventilação e ar condicionado.

¹⁹ s.a – abreviação usada para exprimir: se aplicável.

c. O reconhecimento:

Nesta fase é importante e fundamental o acompanhamento do elemento de ligação operacional. O reconhecimento deve ser feito pelo auditor-chefe, a percepção visual dos aspectos que constam nas plantas e memórias descritivas permitem melhorar a pré-análise, e deve contemplar:

- i. Deslocação/ visita às instalações de todos os espaços que a compõem;
- ii. Observação e registo de pontos críticos e áreas de intervenção;
- iii. Elaboração de um mapa de tempo (em minutos) a despende em cada espaço, na planta das instalações.

Após a análise das características da indústria deve ser possível poder identificar quais os principais problemas e falhas que caracterizam o caso em estudo. É portanto indispensável estabelecer e delinear um conjunto de objectivos e aspectos a avaliar à partida. É definido assim, um Plano de Auditoria, com base na Lista de Verificação de Ecoeficiência e a informação analisada.

d. A definição do Plano de Auditoria deve:

- i. Apresentar o objectivo da auditoria;
- ii. Identificar as unidades organizacionais e funcionais a auditar;
- iii. Definir a ordem dos espaços a auditar e delimitar concretamente esses espaços;
- iv. Definir os parâmetros sujeitos a medição em cada espaço;
- v. Prever a duração da auditoria em cada espaço a auditar;
- vi. Definir da equipa auditora;
- vii. Distribuir as equipas auditoras pelos diferentes espaços;
- viii. Atribuir as tarefas a cada membro da equipa;
- ix. Prever a duração total da auditoria.

Alguns da informação recolhida nesta fase preliminar devem ser tratada em folhas de cálculo convenientemente, para que seja possível compreender a realidade do caso em estudo em termos de consumos de recursos e energia e dimensão económica, e custos associados.

Os aspectos que devem ser sujeitos a este tipo de análise prévia e o procedimento são apresentados de seguida discriminando cada aspecto em cada diagrama apresentado:

O procedimento de tratamento da informação, recolhida nesta fase, relativo à energia eléctrica encontra-se descrito na Figura 23.

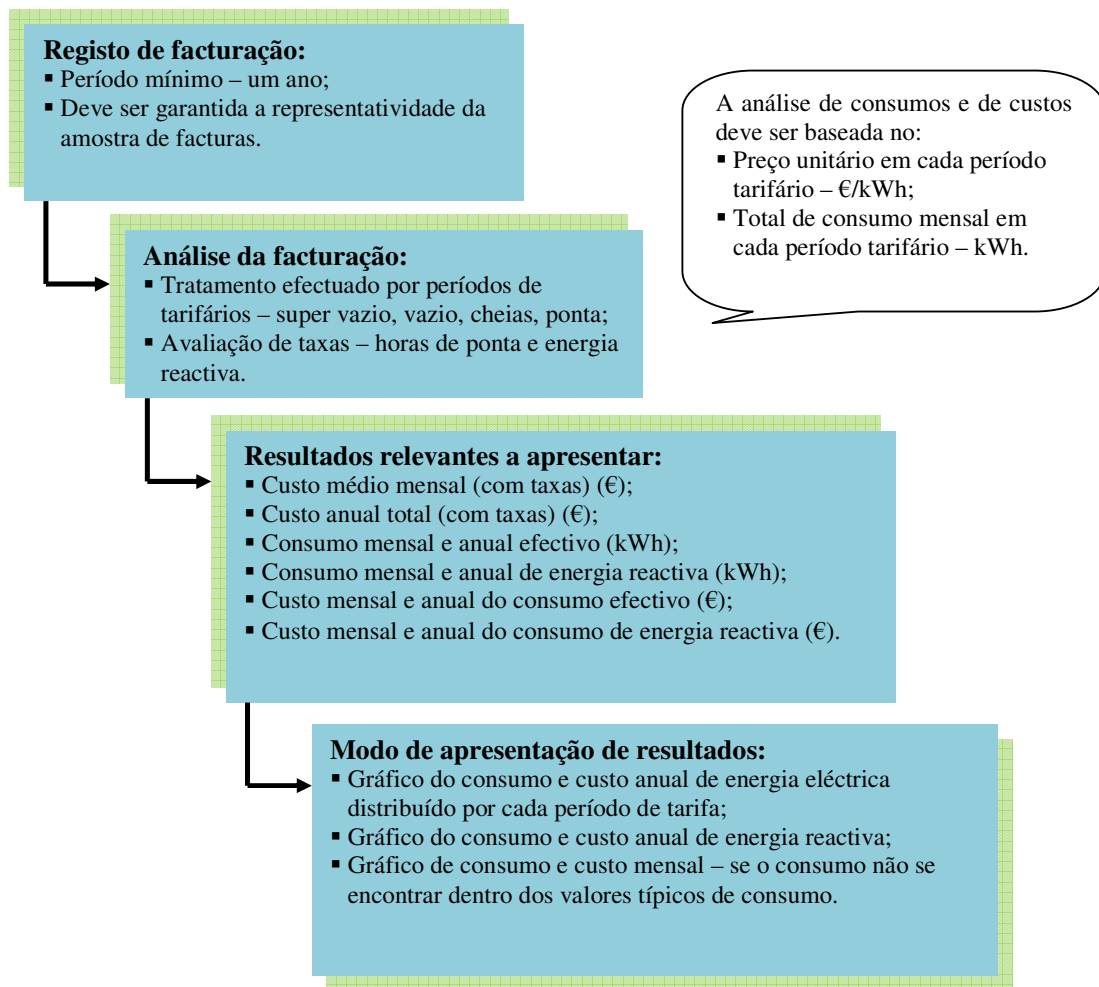


Figura 23 – Diagrama do procedimento para tratamento de informação de energia eléctrica na fase de planeamento.

O procedimento de tratamento da informação relativo ao consumo de água encontra-se descrito na Figura 24.

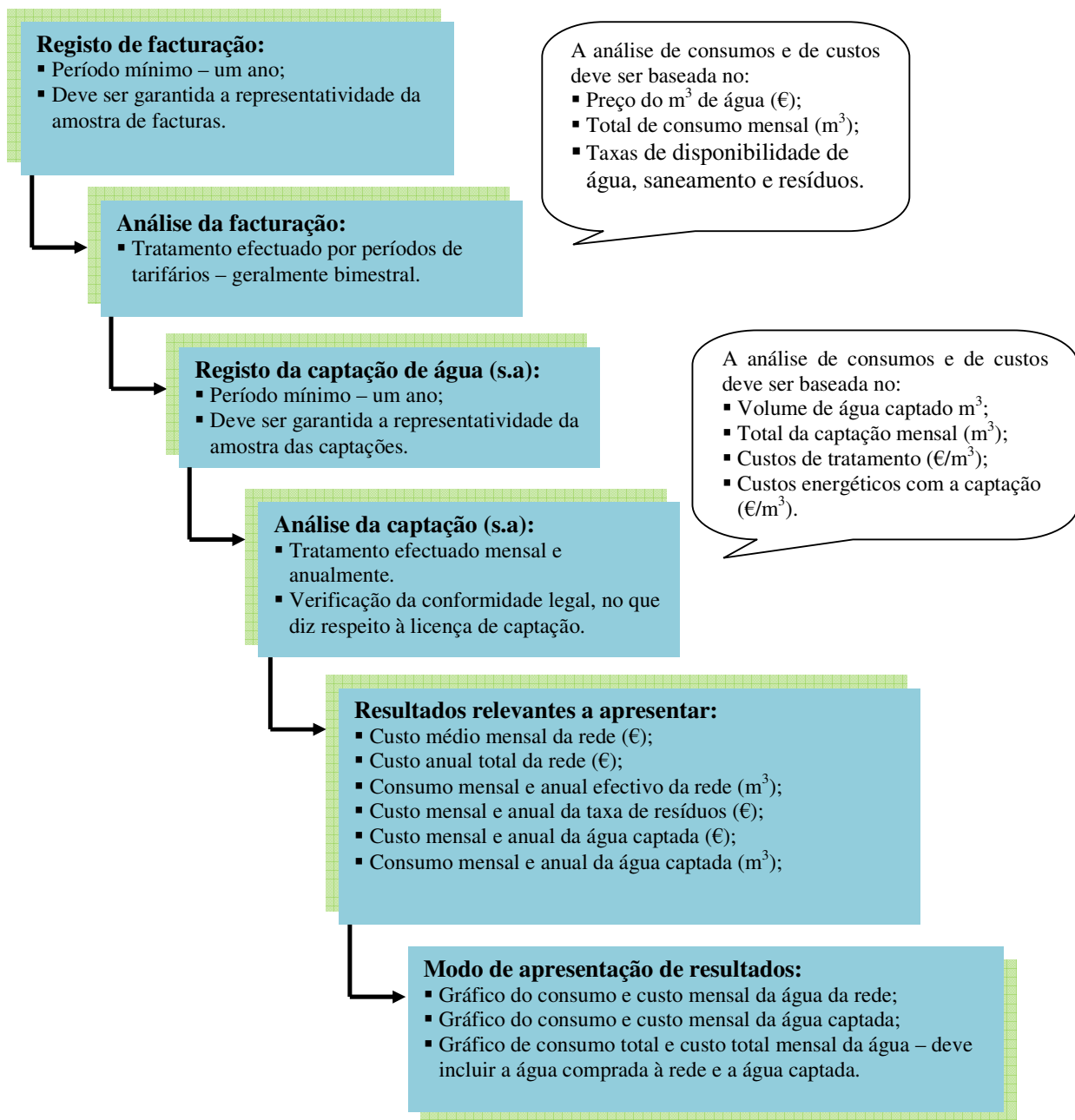


Figura 24 - Diagrama do procedimento para tratamento de informação do consumo de água na fase de planeamento.

De seguida na Figura 25 encontra-se apresentado o procedimento de informação que deve ser seguido para avaliar o consumo e custo com combustíveis.

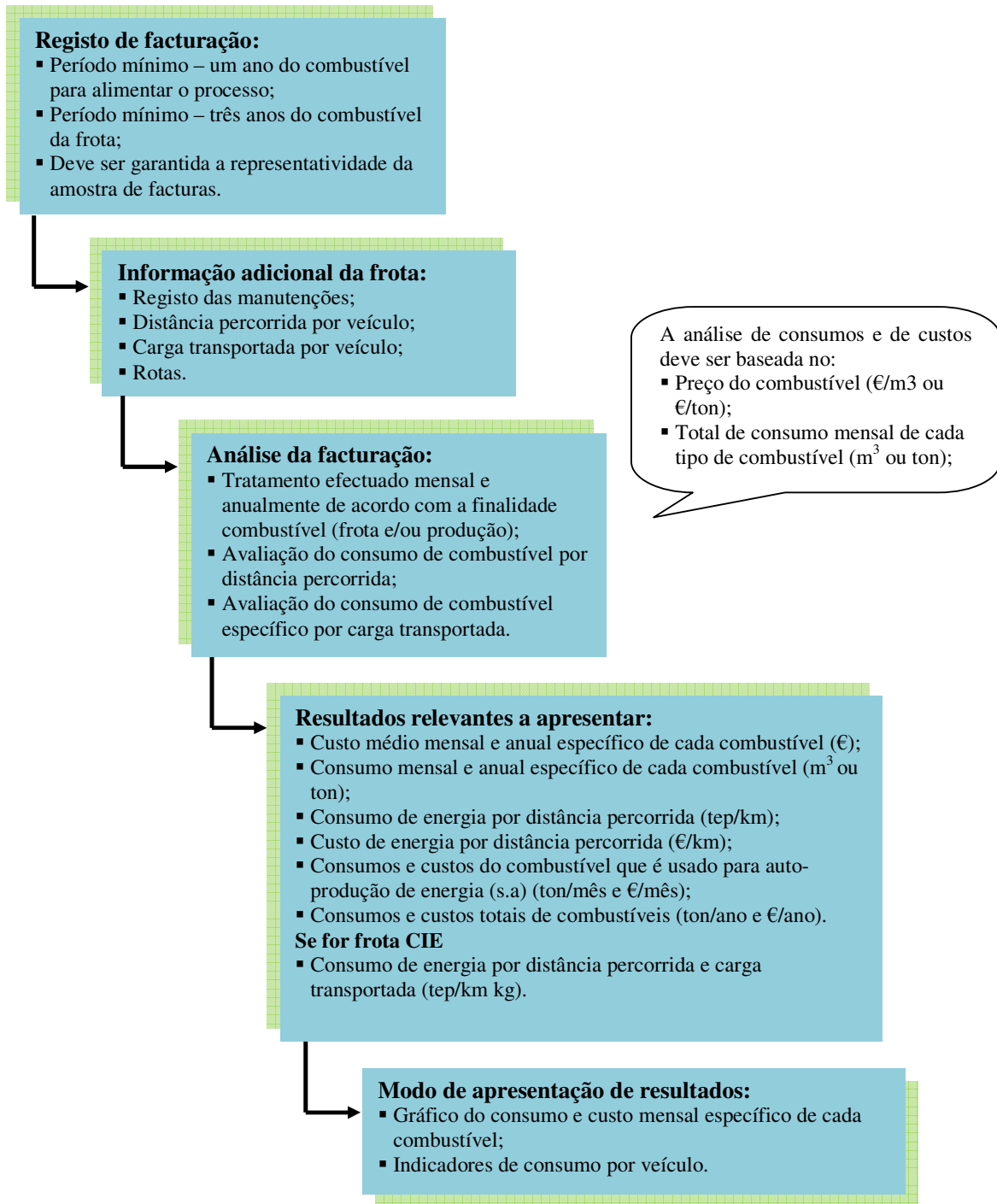


Figura 25 - Diagrama do procedimento para tratamento de informação do consumo de combustíveis na fase de planeamento.

De forma semelhante aos aspectos apresentados até aqui, seguidamente na Figura 26 apresenta-se o procedimento para avaliar o consumo de matérias-primas e subsidiárias

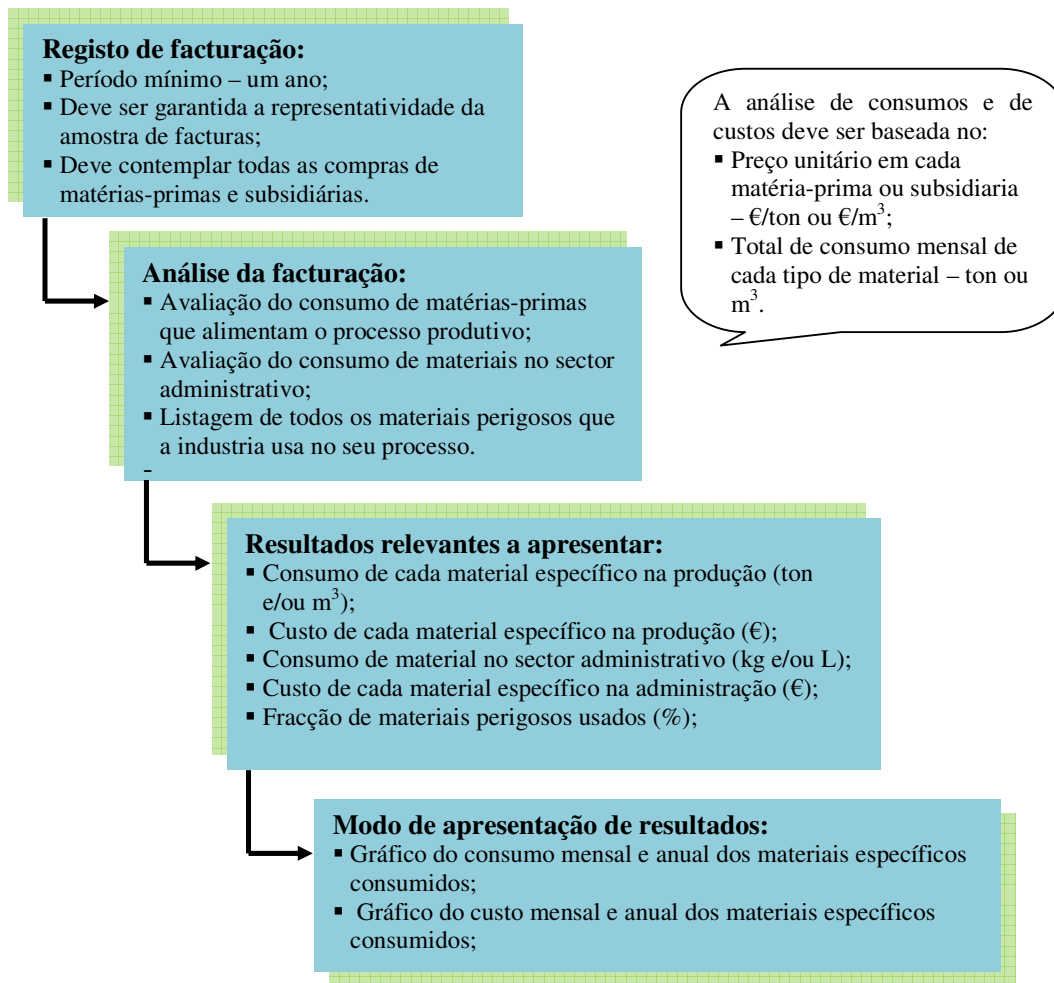


Figura 26 - Diagrama do procedimento para tratamento de informação do consumo de matérias-primas e subsidiárias na fase de planeamento.

Por fim, a Figura 27 apresenta a metodologia de avaliação da informação relativa à produção de resíduos na unidade industrial.

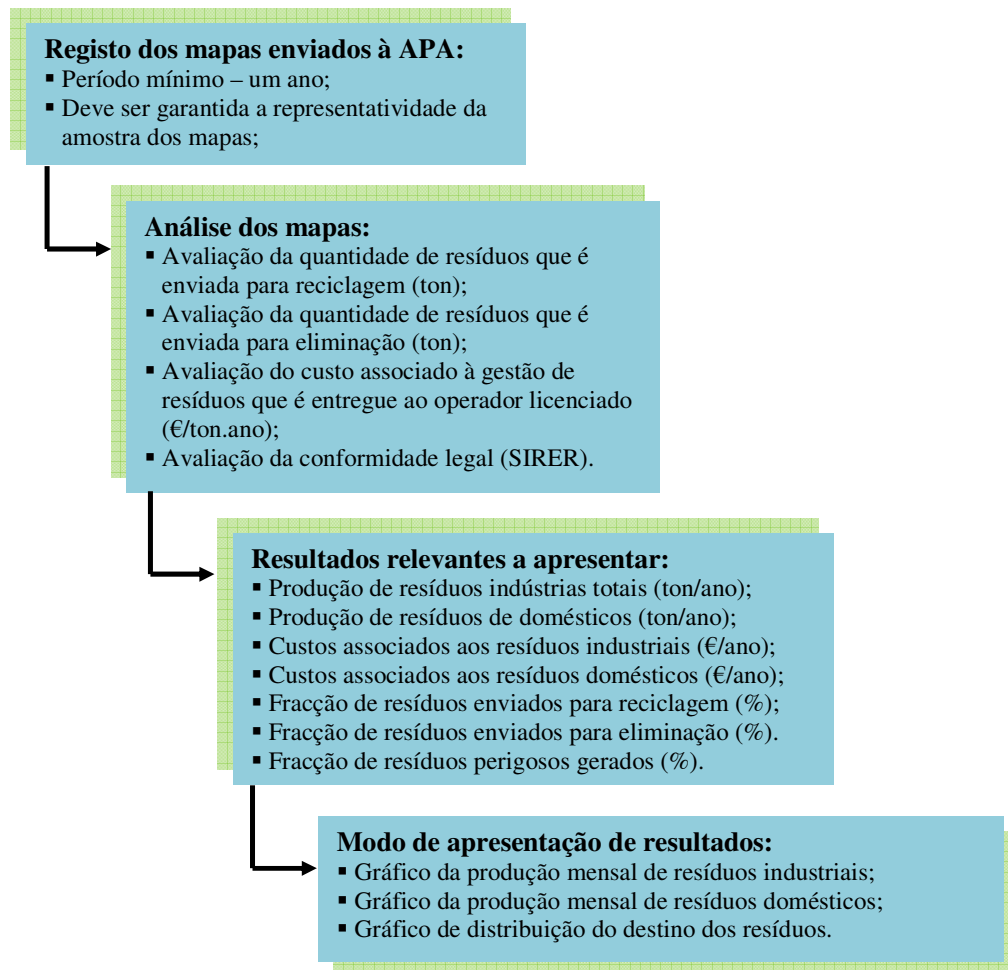


Figura 27 - Diagrama do procedimento para tratamento de informação relativa à produção de resíduos na fase de planeamento.

Nota:

Todos os cálculos efectuados não contemplam o IVA, excepto se trate de um custo para o cliente.

7.1.2. Trabalho de campo

a. A preparação antes da saída:

Nesta fase são verificados um conjunto de requisitos que devem ser cumpridos, que podem ser de origem prática, como seja o material necessário no trabalho de campo (por exemplo equipamentos de medição) mas também de origem metodológica e comportamental (por exemplo material de escrita e apresentação das batatas). Os requisitos a verificar encontram-se descritos no Anexo 10.

b. A execução:

A auditoria é do tipo vertical, realizada por espaços ou sectores e, dentro destes, por áreas de actuação. Só se avalia o espaço ou sector seguinte depois de todas as áreas alvo de estudo estarem completamente avaliadas. O procedimento de avaliação rege-se pelos seguintes critérios:

- i. O auditor chefe distribui as equipas pelos diferentes sectores;
- ii. Cada equipa segue o seu Plano de Auditoria desenvolvido na fase de planeamento;
- iii. As medições devem ser efectuadas de acordo com a Lista de Verificação de Ecoeficiência para a Indústria.
- iv. Após a recolha da informação que consta na Lista do Plano da Auditoria as equipas devem reunir-se e avaliar se tudo foi medido e toda a informação foi recolhida, se assim for o auditor-chefe dará por encerrada a auditoria.

Os factores a ter em conta na realização do trabalho de campo:

1. A equipa deve obedecer a todas as normas de higiene e segurança aplicáveis ao caso de estudo, para isso deve estar equipada de forma correcta;
2. Discrição no trabalho efectuado – minimizar a perturbação na rotina habitual da actividade industrial;
3. Execução cuidada – transparecer credibilidade;
4. Fiabilidade dos dados recolhidos – o objectivo é traduzir, com a maior exactidão possível a realidade. Portanto, em caso de dúvida, é imperativo o esclarecimento da situação pormenorizadamente (desmontar, medir, etc.);
5. Criação de forte empatia e proximidade com os colaboradores da Indústria.

Caso se pretenda avaliar o sector administrativo, deve-se:

- i. Monitorizar consumos durante um ciclo produtivo (geralmente uma semana de trabalho) – ligar o analisador de corrente ao quadro eléctrico principal;
- ii. Inquirir os colaboradores administrativos da actividade industrial em estudo sobre hábitos de ocupação de todos os espaços e sobre hábitos de utilização de todos os dispositivos consumidores de energia, designadamente em relação a:
 1. Horários de entrada/saída ao serviço;
 2. Horário de pausa para almoço;
 3. Horário em que liga/desliga os respectivos equipamentos e iluminação;
 4. Horário que esses equipamentos funcionam em modo *stand by*.

7.2. Lista de Verificação de Ecoeficiência para a Indústria

O desenvolvimento desta lista de verificação pressupõe dois tipos de investigação. Uma investigação de carácter teórico – apresentada no capítulo 5 e 6 - de modo a ser possível identificar quais os parâmetros que devem ser monitorizados, e outra de carácter prático que permitiu verificar a aplicabilidade e operacionalidade em campo – agregada neste capítulo.

A investigação desenvolvida, para avaliar a eficácia e aplicabilidade desta lista, exigiu a deslocação a duas indústrias para ser possível testar em campo todos os parâmetros que constam da mesma. Após a primeira avaliação da lista numa actividade de vinificação²⁰ e engarrafamento de vinho (Indústria I), foi pela segunda vez testada numa indústria de abate de aves e Unidades de Tratamento de Subproduto (Indústria II).

7.2.1. Investigação da aplicabilidade e operacionalidade

A investigação foi desenvolvida de modo a avaliar a exequibilidade da lista em campo. A primeira validação (Indústria I) visou fundamentalmente perceber qual a informação que se encontra disponível, avaliar a operacionalidade da lista, avaliar os constrangimentos à sua aplicação e a sua eficácia na recolha da informação necessária. A segunda validação (Indústria II) surgiu no sentido de tornar mais rigorosa a análise feita, não restringindo a investigação apenas a um tipo de indústria, comprovando-se assim a capacidade de adaptação e aplicação a qualquer tipo de indústria, uma vez que a indústria visitada, é consideravelmente diferente da primeira.

A Indústria I comporta o processo de vinificação do vinho que devido à sazonalidade desta operação se encontrava desactivada, e o processo de engarrafamento de vinho. O engarrafamento é efectuado em três linhas de produção, representando cerca de 70% da actividade (ver Anexo 11). A indústria tem uma capacidade instalada de cerca de 8 500 000 a 9 000 000 litros de vinho engarrafado por ano e conta com 28 colaboradores distribuídos pelos vários departamentos.

Após este trabalho de campo, foi possível detectar que alguns dos parâmetros que se encontram na Lista não se aplicam à realidade da indústria em estudo. Contudo não se considera este facto uma

²⁰ Conjunto de operações necessárias para transformar as uvas em vinho. Existem dois tipos de vinificação: vinificação em tinto e vinificação em branco e em rosado. A vinificação em tinto distingue-se da vinificação em branco pelo facto de a espremedura só ocorrer após a fermentação; no segundo caso, esta operação tem lugar o mais cedo possível, sobre a uva fresca; não há trocas entre a matéria sólida e o sumo propriamente dito. O vinho obtido terá pouca ou nenhuma coloração e será menos rico em tanino e em outros elementos dissolvidos no decurso da maceração. No caso da vinificação em tinto o mosto ficará em contacto com as matérias sólidas da vindima, particularmente ricas em tanino, em matérias corantes, aromáticas, minerais e azotadas. Estas substâncias dissolvem-se no mosto em maior ou menor proporção e, em seguida, no vinho. (www.cvrvv.pt)

fragilidade da sua aplicação nem da sua eficácia, dado que qualquer instrumento de aplicação genérica tem estas características. Os parâmetros não aplicáveis são aqueles relacionados com cada uma das seguintes componentes:

- Subprodutos gerados;
- Vapor no processo;
- Equipamentos CIE;
- Caldeiras;
- ETA;
- Frota CIE;
- Auto-produção de energia.

Verificou-se que não existiam caudalímetros, para controlar a entrada de água no processo produtivo, e por outro lado também não existia na ETARI um medidor de caudal. Assim constatou-se que o medidor de caudal dever ser um dos equipamento necessários incluir na lista de equipamentos (*vide* Anexo 10).

Outro dos constrangimentos à aplicação directa da Lista está relacionado com a inexistência de quadros eléctricos e contadores em cada sector (produção, administração e ETARI). Assim sendo, é necessário fazer essa contabilização através do levantamento do consumo específico de cada equipamento (a partir das potências – parâmetro esse que se encontra incluído na Lista de Verificação de Ecoeficiência).

De um modo geral, foi possível confirmar a viabilidade da aplicação de todos os parâmetros que constam da lista, desde que adaptada a cada caso de estudo. A informação a recolher, ou se encontra disponível, ou é determinada por medição através de um conjunto de instrumentos que a equipa de avaliação possui.

A actividade da Indústria II está dividida em abate de aves, com uma capacidade instalada de 64 ton/dia, transformação de subprodutos de carne de animais terrestres categoria II²¹ e categoria III, com uma capacidade de 200 ton/dia, e por fim a transformação de subprodutos de peixe com uma capacidade instalada de 80 ton/dia (ver Anexo 12). A indústria conta com 143 colaboradores distribuídos pelos vários departamentos.

Tal como na primeira validação, também nesta investigação se evidenciou um conjunto de aspectos condicionantes à operacionalidade da lista, mas que permitem concluir que é aplicável e suficientemente descritiva no âmbito da realidade industrial e do tipo de avaliação pretendido.

²¹ Categoria I – Produtos contaminados. Categoria II – Produtos resultantes de produtos para consumo+penas+rejeição. Categoria III – Apenas os restos dos produtos para consumo humano.

Nesta Indústria a única componente não era aplicável foi a auto-produção de energia. Verificou-se que dentro de determinados componentes existiam parâmetros não aplicáveis, nomeadamente:

- Preço de venda do subproduto (€);
- Produto final em stock;
- Quantidade de matéria-prima em stock (kg ou ton);
- Volumes de água armazenados (m³).

Pelo facto da empresa de consultoria não se possuir a instrumentalização necessária não foi possível medir os seguintes parâmetros:

- Humidade do ar comprimido à saída do secador (%);
- Humidade do ar comprimido na rede (%);
- Velocidade de admissão nas linhas de ar (m/s);
- Velocidade do ar comprimido na rede (m/s);
- Pressão de saída das purgas (bar);
- Temperatura das purgas (°C).
- Registo de intervenções no motor.

Após esta análise de campo tornou-se evidente que, o factor “idade” da indústria, que está relacionado não apenas com a questão da automatização mas também com a existência das plantas das redes da instalação em Autocad, condiciona a avaliação do ponto de vista do rigor e celeridade.

As tubagens e respectivos comprimentos, necessários para avaliar por exemplo a transferência de calor, são um dos parâmetros mais difíceis de medir numa auditoria. Nem sempre as tubagens estão expostas, o que exige a estimativa do comprimento das mesmas nas partes não expostas, facto que acarreta uma margem de erro, que poderá ou não ser aceitável.

Nesta unidade industrial não existiam contadores eléctricos diferenciados, que permitissem determinar o consumo nas diferentes fábricas de produção, administração, ETARI, ETA e no sistema frigorífico. A avaliação do consumo específico de cada sector é por isso feita com base nos consumos específicos de cada equipamento. Ter mecanismos necessários para fazer esse controlo tem benefício ao nível da recolha de dados para a avaliação de ecoeficiência mas também ao nível de controlo financeiro.

A organização de informação e criação de sistemas de registo não são uma realidade, nomeadamente, em termos de registo de intervenções e manutenções efectuadas a equipamentos e sistemas diversos (motores, ar comprimido, bombas, entre outros).

Assim após esta etapa de investigação da aplicabilidade e operacionalidade da lista, apoiada numa análise integrada e de relação entre as duas indústrias visitadas, foi possível identificar alguns algumas das condicionantes gerais à aplicação da Lista.

O facto de a indústria possuir mais ou menos tecnologia de topo, ou seja, uma indústria que seja maioritariamente controlada por autómatos apresenta vantagem em relação àquela que esteja ainda muito dependente da acção humana. Quando existe uma grande automatização dos processos é fácil obter informação, pois geralmente são medidos e controlados os parâmetros principais que afectam a eficiência do processo.

O facto da empresa de consultoria, à qual for adjudicada o estudo de avaliação de ecoeficiência, possuir ou não a instrumentalização, condiciona a realização das medições dos parâmetros.

Devido à diferença do tipo de actividade, da dimensão e da complexidade das indústrias, comprovou-se que é aplicável a qualquer indústria. A Lista foi desenvolvida de modo a considerar o máximo de parâmetros que condicionem o funcionamento eficiente, e de modo a obter toda a informação ambiental e operacional relevante. Como se comprovou em campo e com a análise comparativa entre as duas verificações, existem parâmetros que não são aplicáveis ao caso de estudo, mas não existe nenhum parâmetro que se tenha mostrado relevante para a avaliação, que não tivesse sido contemplo na Lista de Verificação de Ecoeficiência.

7.2.2. Lista de Verificação de Ecoeficiência

A lista desenvolvida para avaliar a ecoeficiência na Indústria inclui 12 componentes e um total de 274 parâmetros.

1. Produção

1.1. Matéria-prima

A1 - Composição das matérias-primas processadas:

- i. Materiais perigosos, aplicável ou não;
- ii. Materiais com rótulo verde;
- iii. Reutilização de material, aplicável ou não, se sim que materiais.

A2 - Caudal mássico de cada material que entra (kg/h ou ton/dia);

A3 - Caudal mássico processado (kg/dia ou ton/dia);

A4 - Humidade da matéria-prima (kg H₂O/kg material);

A5 - Temperatura (°C);

A6 - Quantidade de matéria-prima em stock (kg ou ton);

A7 - Volumes de água armazenados (m³).

1.2. Produto final

- A8 - Composição do produto final;
- A9 - Caudal mássico do produto final (kg/dia ou ton/dia);
- A10 - Humidade do produto (kg H₂O/kg produto);
- A11 - Temperatura (°C);
- A12 - Produto final em stock.

1.3. Subprodutos gerados

- A13 - Tipo de subprodutos;
- A14 - Caudal mássico de subprodutos (kg/dia);
- A15 - Humidade (kg H₂O/kg subproduto);
- A16 - Preço de venda do subproduto (€).

1.4. Água

- A17 - Caudal de água que entra (m³/dia);
- A18 - Temperatura de entrada (°C);
- A19 - Caudal de água que saí, efluente líquido (m³/dia);
- A20 - Temperatura de saída (°C).

1.5. Vapor

- A21 - Temperatura de entrada (°C);
- A22 - Temperatura de saída (°C);
- A23 - Pressão de entrada (Pa);
- A24 - Caudal de vapor (kg/h);
- A25 - Caudal de condensados (m³/dia);
- A26 - Temperatura dos condensados (°C).

1.6. Processo (outros parâmetros)

- A27 - Consumo de energia eléctrica neste sector;
- A28 - Potência a que opera o sistema no momento (kW);
- A29 - Temperatura durante o processo (°C);
- A30 - Pressão a que se desenrola o processo (Pa).

2. Equipamentos operativos consumidores intensivos de energia

- B1 - Calor específico do(s) produto(s) à entrada (cp em kJ/kg °C);

B2 - Calor específico do(s) produto(s) à saída (cp em kJ/kg°C) (o cp do produto à entrada é igual ao cp do mesmo produto à saída pode é haver produtos diferentes à saída);

B3 - Temperatura do(s) produto(s) à entrada (T em °C);

B4 - Temperatura do(s) produto(s) à saída (T em °C);

B5 - Temperatura de saída do condensado (T em °C);

B6 - Caudal mássico do(s) produto(s) à entrada (kg/h ou ton/dia);

B7 - Caudal mássico do(s) produto(s) à saída (kg/h ou ton/dia);

B8 - Caudal de vapor de alimentação (kg/h);

B9 - Caudal de condensados (kg/h);

B10 - Pressão (P) e/ou Temperatura (T) do vapor à entrada (para obter a entalpia específica de vaporização (hfg) e a entalpia específica do vapor saturado (hg) em kJ/kg na tabela de vapor saturado, permitindo calcular o caudal mássico e a energia do vapor à entrada, em kg/h e kJ/h respectivamente).

3. Energia eléctrica

C1 - Consumo de energia eléctrica por sector.

3.1. Qualidade da energia eléctrica

Deve ser feita uma análise à qualidade da energia através do analisador FLUKE²²:

C2 - Voltagem entre fases:

- i. Verificar distorção da forma de onda;
- ii. Verificar alterações de voltagem subtensão e sobretensão;
- iii. Analisar transientes.

C3 – Harmónicos:

- i. Verificar da existência de harmónicos de voltagem/corrente;
- ii. Identificar dos harmónicos.

C4 - Flutuação de tensão:

- i. Verificar a oscilação;
- ii. Verificar se existem interrupções.

C5 – Desequilíbrio

C6 - Variação da frequência

3.2. Energia reactiva

C7 - Listar os equipamentos que consomem energia reactiva;

²² Analisador de corrente eléctrica.

- C8 - Potência activa (kW) do equipamento;
- C9 - Potência aparente (kVA) do equipamento;
- C10 - Potência reactiva (kVAr) do equipamento;
- C11 - Factor de potência ou $\cos \phi$ do equipamento.

3.3. Transformadores

- C12 - Potência nominal (kVA);
- C13 - Potência aparente (kVA);
- C14 - Potência activa (kW);
- C15 - Factor de potência ou $\cos \phi$.

4. Sistemas térmicos

4.1. Sistemas de produção de vapor (caldeiras)

- D1 - Uso (diário ou por ciclos);
- D2 - Regime de utilização (contínuo ou descontinuo);
- D3 - Utilização (h/ano);
- D4 - Temperatura à superfície (°C);
- D5 - Consumo de combustível (kg/h ou m³/h);
- D6 - Caudal mássico da água de alimentação (kg/h ou m³/h);
- D7 - Caudal mássico do ar necessário à combustão (kg/h);
- D8 - Temperatura da água de alimentação (°C);
- D9 - Temperatura do ar necessário à combustão (°C);
- D10 - Temperatura do combustível (°C);
- D11 - Caudal mássico de vapor (kg/h);
- D12 - Caudal mássico dos condensados (L/h);
- D13 - Caudal mássico das purgas (L/h);
- D14 - Caudal mássico dos gases de exaustão (kg/h);
- D15 - Composição dos gases de combustão;
- D16 - Humidade dos gases de exaustão (%);
- D17 - Temperatura do vapor de saída (°C);
- D18 - Temperatura dos gases de exaustão (°C);
- D19 - Temperatura das purgas (°C);
- D20 - Temperatura dos condensados (°C);
- D21 - Pressão de trabalho (bar);
- D22 - Informações técnicas do purgador;

- D23 - Área de secção da saída de purgas (m^2);
- D24 - Periodicidade das purgas;
- D25 - Quantidade de água reposta (L/h ou kg/h).

Características técnicas:

- D26 - Marca e modelo;
- D27 - N° de fabrico;
- D28 - Data de início de serviço (ano de fabrico);
- D29 - Tipo (p.e. geradores de vapor);
- D30 - Superfície de aquecimento (m^2);
- D31 - Dimensões (comprimento, largura e altura totais, largura e altura da caldeira);
- D32 - Tipo de combustível utilizado;
- D33 - Produto energético (p.e. vapor saturado);
- D34 - Timbre²³ (kg/cm^2 ou bar);
- D35 - Temperatura máxima admissível ($^{\circ}C$);
- D36 - Capacidade de produção de vapor (vaporização) (em kg/h);
- D37 - Capacidade total (em L);
- D38 - Potência nominal (em MW);
- D39 - Tipo de fluído usado (água, fluído térmico);

Informação adicional a recolher:

- D40 - Poder calorífico inferior (PCI) do combustível (kJ/kg);
- D41 - Calor específico (cp) do combustível (kJ/kg $^{\circ}C$);
- D42 - Calor específico dos gases (kJ/kg $^{\circ}C$);
- D43 - Calor específico do ar (kJ/kg $^{\circ}C$);
- D44 - Calor específico da água (kJ/kg $^{\circ}C$);
- D45 - Entalpia específica da água líquida (kJ/kg);
- D46 - Entalpia específica do vapor de água (kJ/kg);
- D47 - Emissividade da superfície;
- D48 - Factor de forma da caldeira.

4.2. Isolamentos térmicos nas tubagens

- D49 - Comprimento das tubagens (m);
- D50 - Diâmetro das tubagens (m);
- D51 - Composição dessas tubagens;

²³ É a pressão máxima admissível.

D52 - Existência ou não de material isolante:

- i. Material;
- ii. Condutibilidade desse material ($\text{W/m}^\circ\text{C}$);
- iii. Espessura (mm).

D53 - Temperatura interior ($^\circ\text{C}$);

D54 - Temperatura exterior (ambiente) ($^\circ\text{C}$);

D55 - Pressão (bar);

D56 - Se detectar alguma fuga de vapor:

- i. Número de fugas;
- ii. Diâmetro (mm);
- iii. Pressão relativa (bar).

4.3. Isolamentos térmicos nos equipamentos

D57 - Superfície de transferência de calor (m^2);

D58 - Espessura das paredes (mm);

D59 - Material de composição do equipamento;

D60 - Condutibilidade desse material ($\text{W/m}^\circ\text{C}$);

D61 - Temperatura interior ($^\circ\text{C}$);

D62 - Temperatura exterior (ambiente) ($^\circ\text{C}$);

D63 - Registar a informação relevante.

5. Sistemas eléctricos

5.1. Motores

E1 - Tipo de motores;

E2 - Número total de motores;

E3 - Potência do motor (kW);

E4 - Regime de carga a que opera²⁴ (%);

E5 - Tempo de funcionamento (em carga, em vazio) (h/dia);

E6 - Temperatura de funcionamento ($^\circ\text{C}$);

E7 - Existência ou não de VEV;

E8 - Registo de intervenções no motor.

²⁴ A carga a que opera é a razão entre a potência de operação e a potência nominal.

Características técnicas:

- E9 - Marca e modelo;
- E10 - Ano de fabrico;
- E11 - Potência dos motores (kW);
- E12 - Temperatura de funcionamento óptimo (°C);
- E13 - Velocidade/binário (rpm);
- E14 - $\cos \phi$.

Rendimento do motor eléctrico (%):

- E15 - Curvas de rendimento do motor;
- E16 - Curvas de carga (kg/h);
- E17 - Potência a que opera (kW).

5.2. Sistema de bombagem

- E18 - Potência do motor associado à bomba (kW);
- E19 - $\cos \phi$;
- E20 - Regime de carga do motor (%);
- E21 - Carga a que se encontra a operar (m³/h);
- E22 - Tempo de funcionamento (em carga, em vazio) (h/dia);
- E23 - Temperatura de funcionamento (°C);
- E24 - Existência ou não de VEV;
- E25 - Ano de início de funcionamento;
- E26 - Manutenções efectuadas, intervenções;
- E27 - Registo da existência ou não de ruído na bomba.

Características técnicas da bomba:

- E28 - Marca e modelo;
- E29 - Ano de fabrico;
- E30 - Potência (kW);
- E31 - Rendimento (%);
- E32 - Curva de rendimento associada à bomba;
- E33 - Vazão/caudal (m³/h)
- E34 - H (m)
- E35 - Hmin (m)

5.3. Sistema de ar comprimido

- E36 - Tipo de compressor e nº de andares.
- E37 - Potência do motor (kW);
- E38 - Rendimento do motor (%);
- E39 - Temperatura da superfície (°C);
- E40 - Nº de horas de funcionamento (h/dia);
- E41 - Caudal (m³/h);
- E42 - Existência ou não de VEV;
- E43 - Pressão no compressor (bar);
- E44 - Pressão absoluta de descarga do compressor (bar);
- E45 - Pressão absoluta de descarga para a perda de carga mínima (bar);
- E46 - Volume (L);
- E47 - Tipo de refrigeração (água/ar);
- E48 - Tipo de válvulas (diafragma e globo/macho-esférico/retenção);
- E49 - Lubrificação (com/sem)
- E50 - Velocidade de admissão nas linhas de ar (m/s);
- E51 - Velocidade do ar comprimido na rede (m/s);
- E52 - Temperatura do gás de admissão (°C);
- E53 - Temperatura do ar comprimido na rede (°C);
- E54 - Humidade à saída do secador (%);
- E55 - Humidade do ar comprimido na rede (%);
- E56 - Pressão da rede (bar);
- E57 - Verificar os planos de manutenção;
- E58 - Verificar os filtros de admissão do ar;
- E59 - Verificar os filtros de óleo;
- E60 - Verificar os purgadores;
- E61 - Detectar fugas.

5.4. Sistema de frio industrial

- E62 – Tipo de compressor e nº de andares;
- E63 - Potência do motor (kW);
- E64 - Rendimento do motor (%);
- E65 - Temperatura da superfície (°C);
- E66 - Existência ou não de VEV;
- E67 - Tipo de refrigerante;

- E68 - Temperatura de refrigeração (°C);
- E69 - Massa de refrigerante (kg);
- E70 - N° de horas de funcionamento (h/dia);
- E71 - Tempo médio de presença humana diária (h/dia);
- E72 - Tipo de iluminação;
- E73 - Caracterização do isolamento térmico (segundo ponto 4.2);
- E74 - Verificar os planos de manutenção;
- E75 - Detecção de fugas.

5.5. Sistema de climatização

Unidades interiores:

- E76 - Tipo de sistema;
- E77 - N° de unidades interiores totais;
- E78 - N° de unidades interiores ligadas;
- E79 - Localização da unidade interior;
- E80 - Horário de funcionamento (h/dia);
- E81 - Registo das entradas de ar renovadas;

Unidades exteriores:

- E82 - Marca/referência;
- E83 - Potência térmica (kW);
- E84 - Potência eléctrica (kW);
- E85 - Tipo de refrigerante;
- E86 - Massa de refrigerante (kg);
- E87 - COP do equipamento.

5.6. Sistema de ventilação

- E88 - Tipo de ventilador;
- E89 - N° de ventiladores ligados;
- E90 - Rendimento do ventilador (%);
- E91 - Rendimento do motor (%);
- E92 - Caudal de ar (m³/h);
- E93 - Velocidade angular (radianos/s) ou n° de rotações por minuto;
- E94 - Altura de elevação (m);
- E95 - Verificar os planos de manutenção;
- E96 - Existência ou não de VEV.

6. Iluminação

6.1. Luminárias

- F1 - Potência das luminárias (W);
- F2 - N° de lâmpadas por luminária;
- F3 - Existência ou não de balastro;
- F4 - Balastro convencional / balastro electrónico;
- F5 - N° de luminárias ligadas;
- F6 - N° de dias de funcionamento por semana;
- F7 - Funcionamento efectivo (h/dia ou h/semana).

6.2. Lâmpadas

- F8 - Tipo de lâmpada;
- F9 - N° total de lâmpadas;
- F10 - Potência das lâmpadas (W);
- F11 - Existência ou não de balastro;
- F12 - Balastro convencional / balastro electrónico;
- F13 - N° de lâmpadas ligadas;
- F14 - N° de dias de funcionamento por semana;
- F15 - Funcionamento efectivo (h/dia ou h/semana).

6.3. Sensores

- F16 - Tipo de sensores;
- F17 - Número de sensores por sector.

6.4. Relógios programáveis

- F18 – Número de unidades;
- F19 - Localização por sector.

7. ETA

- G1 - Caudal de água (m^3/dia);
- G2 - Químicos usados no tratamento;
- G3 - Volumes de químicos usados ($\text{L químico}/\text{m}^3$ de água);

G4 - Consumo de energia eléctrica na estação (kWh);

G5 - Verificação das bombas (segundo os parâmetros apresentados no ponto 5.2).

8. ETARI

H1 - Registo do caudal (m³/dia);

H2 - Químicos usados no tratamento físico-químico;

H3 - Volumes desses químicos usados (L químicos/m³ de água residual);

H4 - Verificação as bombas (segundo os parâmetros apresentados no ponto 5.2).

H5 - Verificação dos motores eléctricos (segundo o ponto 6.1).

H6 - Consumo de energia eléctrica na estação (kWh);

H7 - Verificar do cumprimento dos VLE da legislação aplicável.

9. Resíduos

9.1. Domésticos

I1 - Listar o tipo e resíduos gerados;

I2 - Quantificar de todos os materiais separados (kg/dia);

I3 - Produção de resíduos indiferenciados (kg/dia);

9.2. Industriais

I4 - Verificar da identificação dos resíduos com o respectivo código LER.

10. Sector administrativo

10.1. Equipamentos

J1 - Listar os equipamentos existentes

J2 - N° de unidades totais;

J3 - N° de unidades ligadas;

J4 - Marca/referência;

J5 - Potência do equipamento;

J6 - Uso (individual/ colectivo);

J7 - N° de dias de funcionamento por semana;

J8 - Funcionamento efectivo (h/dia ou h/semana);

J9 - Consumo de energia eléctrica neste departamento (kWh);

10.2. Água nas instalações sanitárias

J10 - N° de unidades (Autoclismos / Torneiras / Urinol / Mangueiras / Chuveiros)

J11 - Caudal de cada unidade (L/min);

J12 - Verificar de fugas de água;

J13 - Ocupação (n° de pessoas/dia).

10.3. Iluminação

J14 – Verificação da iluminação (segundo os parâmetros apresentados no ponto 6).

11. Transportes: frota Consumidora Intensiva de Energia

Mediar a 2/3 da frota:

L1 - Gases de combustão (CO₂, NO);

L2 - Pressão nos pneus (bar).

12. Auto-produção de energia

M1 - Energia eléctrica produzida (kWh);

M2 - Energia térmica produzida (kg vapor/h);

M3 - Energia disponível no combustível (kJ/kg).

Esta Lista é um instrumento dinâmico, isto é, susceptível de actualização e melhoria, através de um processo interactivo com as auditorias a casos reais, novos desenvolvimentos científicos e tecnológicos, alteração dos requisitos legais aplicáveis ao sector industrial, entre outros aspectos.

7.3. Tratamento de dados

Nesta fase é apresentado o modo de tratamento de dados desenvolvido, para posterior apresentação de resultados de ecoeficiência. Os dados recolhidos são submetidos a análise quantitativa e qualitativa.

De forma a facilitar a interpretação dos resultados da auditoria são usados indicadores. Esses podem ser de aplicação genérica a todos os casos de estudo (*vide* capítulo 3), mas sempre que se mostre relevante podem-se desenvolver indicadores específicos para algum aspecto que se destaque numa determinada indústria. Deve-se apresentar a quantificação dos consumos e custos de cada recurso associado a cada processo produtivo, as eficiências dos sistemas térmicos, eléctricos e

mecânicos, assim como avaliar sempre que se considere relevante e viável o dimensionamento desses sistemas.

Contudo a análise da informação não se reporta apenas a uma análise quantitativa – aquela que é aqui apresentada – mas também em grande extensão a uma análise qualitativa. O espírito crítico, a análise comparativa e a sensibilidade para detecção de falhas são cruciais para uma boa avaliação. Essa análise qualitativa tem como suporte técnico, teórico e científico as informações apresentadas nos capítulos 5 e 6.

Importa ainda salientar que a auditoria pressupõe a medição e levantamento de todos os parâmetros que interajam com a eficiência produtiva, mas não é exigido um tratamento quantitativo exaustivo de todos os aspectos, pode apenas ser qualitativo e noutros casos nem sequer serem considerados aspectos significativos.

Para além dos indicadores apresentados no capítulo 3, são ainda apresentados alguns dos indicadores mais relevantes que devem ser apresentados. Nos pontos seguintes apresentam-se os indicadores de ecoeficiência bem como o método de cálculo a que deve ser sujeita alguma da informação recolhida na auditoria.

Tabela 5 – Indicadores utilizados na comunicação dos resultados da avaliação da ecoeficiência.

Componente	Indicador	Método de cálculo
Produção	Consumo de energia eléctrica no sector de produção (kWh);	
	Custo de energia eléctrica no sector de produção (€);	
	Consumo específico de energia de cada equipamento CIE (MJ);	
	Custo do consumo de energia dos equipamentos CIE (€);	
	Consumo de energia por produto (MJ/ton);	$\frac{\text{Energia consumida (eléctrica + térmica)}}{\text{Produto final}}$
	Consumo de água por produto (m ³ /ton);	$\frac{\text{Caudal de água consumida (produção)}}{\text{Produto final}}$
	Custo energético por produto (€/ton);	$\frac{\text{Custo de energia}}{\text{Produto final}}$
	Eficiência do consumo de matérias-primas (%);	$\frac{\text{Produto final}}{\text{Consumo de matéria-prima}} \times 100$

	Reutilização de materiais (%);	$\frac{\text{Materiais reutilizados}}{\text{Matéria-prima que entra}} \times 100$
	Produção de resíduos no processo produtivo (ton resíduo/ton matéria-prima);	$\frac{\text{Produto final} - \text{matéria-prima inicial (ton)}}{\text{Produto final (ton)}}$
	Eficiência do consumo de água (%);	$\frac{\text{Caudal de água de entrada} - \text{Caudal de água de saída}}{\text{Caudal de água de entrada}} \times 100$
	Valorização de resíduos (%);	$\frac{\text{Material valorizado}}{\text{Resíduos}} \times 100$
Equipamentos CIE	Eficiência energética dos equipamentos (%);	Balanco energético - ver 7.3.1
Energia eléctrica	Consumo de energia reactiva (%);	$\frac{\text{Consumo de energia reactiva}}{\text{Consumo total de energia eléctrica}} \times 100$
	Custo de energia reactiva (€);	$\frac{\text{Custo de energia reactiva}}{\text{Custo total de energia eléctrica}}$
	Consumo total específico dos equipamentos (kWh);	
	Consumo total específico da iluminação (kWh);	
Sistemas térmicos	Eficiência energética da caldeira (%);	Balanco energético – ver 7.3.1
	Eficiência de recuperação de condensados (%);	Balanco mássico à água – ver 7.3.2
	Factor de perdas de água na caldeira;	Balanco mássico à água – ver 7.3.2
		Sem isolamento
		$Q_{\text{perdas}} = 1,16 \times q \times L$
		<p>Q – perda de calor na superfície não isolada [W]</p> <p>q – perda de calor por metro quadrado [kcal/h m²]</p> <p>L – comprimento da tubagem [m]</p>
	Perdas de calor nas tubagens;	<p>Com isolamento</p> $Q_{\text{perdas}} = \frac{2\pi L \times (T_{\text{int}} - T_a)}{\sum \frac{\ln\left(\frac{d_e}{d_i}\right)}{k}}$ <p>Q – perda de calor na superfície isolada [W]</p> <p>L – comprimento da tubagem [m]</p> <p>T_{int} – temperatura interior [°C]</p> <p>T_a – temperatura ambiente [°C]</p> <p>d_e – diâmetro externo com isolante [m]</p> <p>d_i – diâmetro interno com isolante [m]</p>

Sem isolamento		
$Q_{\text{perdas}} = 1,16 \times q \times A$		
Q – perda de calor na superfície não isolada [W] q – perda de calor por metro quadrado [kcal/h m ²] A – área exterior do equipamento [m ²]		
Perdas de calor nos equipamentos térmicos;	Com isolamento	
	$Q_{\text{perdas}} = \frac{A \times (T_{\text{int}} - T_a)}{\sum \left(\frac{e}{k} \right)}$	
Q – perda de calor na superfície isolada [W] A – área exterior do equipamento [m ²] k – condutibilidade térmica [W/m°C] T _{int} – temperatura interior [°C] T _a – temperatura ambiente [°C] e – espessura (m)		
Sistemas eléctricos	Eficiência dos motores eléctricos;	É calculada com base nas curvas de rendimento características do equipamento (fornecidas pelo fabricante)
	Eficiência das bombas;	
	Eficiência dos ventiladores;	
Auto-produção de energia	Eficiência eléctrica (%);	$\eta_{\text{eléctrico}} = \frac{E_{\text{eléctrica}}}{E_{\text{comb}}}$
		Eeléctrica - Energia eléctrica produzida [kWh] Ecomb - Energia disponível no combustível [kWh]
	Eficiência térmica (%);	$\eta_{\text{térmico}} = \frac{E_{\text{térmica}}}{E_{\text{eléctrica}}}$
Eeléctrica - Energia eléctrica produzida [kWh] Etérmica - Energia térmica produzida [kWh]		

7.3.1. Balanços energéticos

Consumidores Intensivos de Energia

O primeiro passo para desenvolver um balanço de energia é definir a fronteira do sistema em relação ao qual se quer efectuar a contabilização das entradas e saídas de energia. Conhecida a fronteira do sistema, tudo o que passa no seu interior não interessa à realização do balanço, interessará apenas as quantidades de energia que atravessam essa fronteira num sentido ou no outro (ADENE, 2004).

Na apresentação do balanço energético aos equipamentos CIE ou equipamentos do processo, que não sejam consumidores intensivos, deve constar:

- Energia do (s) material (ais) à entrada (kJ/ano);
- Energia do (s) produto (s) à saída (kJ/ano);
- Energia do vapor à entrada (kJ/ano);
- Energia dos condensados à saída (kJ/ano);
- Energia perdida por condução, convecção e radiação (kJ/ano).

Energia de entrada = Energia de saída

$$Q_{\text{matérias-primas}} + Q_{\text{vapor}} = Q_{\text{produtos final}} + Q_{\text{cond}} + Q_{\text{perdas}}$$

$$Q_{\text{perdas}} = Q_{\text{condução}} + Q_{\text{convecção}} + Q_{\text{radiação}}$$

Energia associada às matérias-primas e produto final:

Calor sensível

$$H_s = M \times c_p \times (T - T_{\text{ref}})$$

Sendo:

H_s – Calor sensível associado ao material [kJ/h]

M – Caudal mássico [kg/h]

c_p – Calor específico médio referido a T^0 [kJ/kg°C]

T – Temperatura [°C]

T_{ref} – Temperatura de referência [°C]

Calor latente

$$H_L = M_{\text{água}} \times c_{p\text{água}} \times (T - T_{\text{ref}})$$

Sendo:

H_L – Calor latente associado à água no estado gasoso [kJ/h]

$M_{\text{água}}$ – Caudal mássico de água [kg água/h]

$c_{p\text{água}}$ – Calor específico médio da água referido a T^0 [kJ/kg°C]

T – Temperatura [°C]

T_{ref} – Temperatura de referência [°C]

Assim a energia associada ao material é dada por:

$$Q = H_s + H_L$$

Energia do vapor à entrada:

$$Q_{\text{vapor}} = M \times c_{p\text{vapor}} \times (T - T_{\text{ref}})$$

Sendo:

Q_{vapor} – Energia associada ao vapor [kJ/h]

M – Caudal mássico [kg/h]

$c_{p\text{vapor}}$ – Calor específico médio do vapor de água referido a T^0 [kJ/kg°C]

T_{vapor} – Temperatura [°C]

T_{ref} – Temperatura de referência [°C]

Energia dos condensados:

$$Q_{\text{cond}} = M_{\text{cond}} \times cp_{\text{água}} \times (T - T_{\text{ref}})$$

Sendo:

Q_{cond} – Energia associada aos condensados [kJ/h]

M_{cond} – Caudal mássico dos condensados [kg/h]

$cp_{\text{água}}$ – Calor específico médio da água referido a T^0 [kJ/kg°C]

T – Temperatura [°C]

T_{ref} – Temperatura de referência [°C]

Perdas:

Perdas por condução

Segundo a Lei de Fourier,

$$Q_c = k \times A \times \frac{T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}}{e}$$

Sendo:

Q_c – Taxa de transmissão de calor por condução [W]

k – Condutibilidade térmica do material [W/m°C]

A – Área superficial [m²]

T_{int} – Temperatura interior [°C]

T_{ext} – Temperatura exterior [°C]

e – Espessura da parede [m]

Perdas por convecção

Segundo a Lei de Newton

$$Q_{cv} = h \times A \times (T_s - T_a)$$

Sendo:

Q_{cv} – Taxa de transmissão de calor por convecção [W]

h – Coeficiente de transmissão de calor por convecção [W/m²°C]

A – Área superficial [m²]

T_s – Temperatura da superfície [°C]

T_a – Temperatura ambiente [°C]

Perdas por radiação

Segundo a Lei de Stefan-Boltzman,

$$Q_r = \varepsilon \times \sigma \times A \times (T_s^4 - T_a^4)$$

Sendo:

Q_r – Taxa de transmissão de calor por radiação [W]

ε – Emissividade

σ – Constante de Stefan-Boltzman²⁵ [W/m² K⁴]

A – Área superficial [m²]

T_s – Temperatura da superfície [K]

T_a – Temperatura ambiente [K]

Nota:

Este tratamento de dados pode ser usado para qualquer conduta, qualquer sistema em que queiramos avaliar as trocas de calor.

Quando temos material isolante entramos apenas com a condutibilidade do material isolante, pois as perdas já foram minimizadas pela aplicação de isolantes, se mesmo assim se encontram a

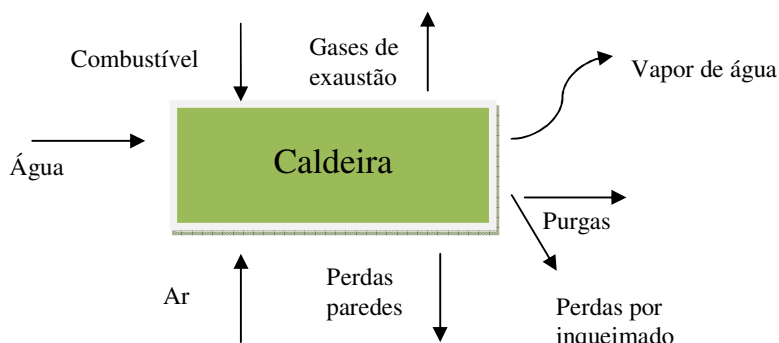
²⁵ Esta constante tem o valor de $5,670 \times 10^{-8}$ W/m² K⁴.

funcionar com perdas significativas é necessário intervir no material, não no material de composição do equipamento ou tubagem.

Eficiência energética (%)

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Energia de entrada} - \text{Energia de saída}}{\text{Energia de entrada}} \times 100$$

Caldeiras



$$\text{Energia de entrada} = \text{Energia de saída}$$

O balanço energético apresentado para o cálculo do rendimento da caldeira é denominado o método das perdas de calor. A energia útil é assim calculada por diferença entre a energia de entrada e a energia perdida.

$$Q_{\text{comb}} + Q_{\text{ar}} + Q_{\text{água}} = Q_{\text{gases}} + Q_{\text{vapor}} + Q_{\text{purgas}} + Q_{\text{p paredes}} + Q_{\text{inc}}$$

$$Q_{\text{útil}} = Q_{\text{vapor}}$$

$$Q_{\text{útil}} = Q_{\text{ar}} + Q_{\text{comb}} + Q_{\text{água}} - Q_{\text{purgas}} - Q_{\text{gases}} - Q_{\text{p paredes}} - Q_{\text{inc}}$$

Sendo:

Q_{comb} – Energia associada à combustão [kJ/h]

Q_{ar} – Energia associada ao caudal de ar admitido ao processo de combustão [kJ/h]

$Q_{\text{água}}$ – Energia associada à água de alimentação [kJ/h]

Q_{gases} – Perdas de energia associada aos gases de exaustão [kJ/h]

Q_{vapor} – Energia útil para o processo [kJ/h]

Q_{purgas} – Perdas de energia associadas às descargas de purgas [kJ/h]

$Q_{\text{p paredes}}$ – Perdas de energia pelas paredes da caldeira, por convecção e radiação [kJ/h]

Q_{inc} – Perdas de energia pelos inqueimados, no caso de o combustível ser biomassa [kJ/h]

Energia de combustão:

$$Q_{\text{comb}} = M_{\text{comb}} \times (\text{PCI} + c_{p_c} \times (T_c - T_{\text{ref}}))$$

Sendo:

Q_{comb} – Energia de combustão do combustível [kJ/h]

M_{comb} – Caudal mássico do combustível [kg/h]

PCI – Poder calorífico inferior do combustível [kJ/kg]

cp_c – Calor específico médio do combustível referido a T^0 [kJ/kg °C]
 T_c – Temperatura do combustível [°C]
 T_{ref} – Temperatura de referência [°C]

Energia associada ao ar:

$$Q_{ar} = M_{ar} \times cp_{ar} \times (T_{ar} - T_{ref})$$

Sendo:

Q_{ar} - Energia associada ao caudal de ar [kJ/h]
 M_{ar} – Caudal mássico de ar [kg/h]
 cp_{ar} - Calor específico médio do ar referido a T^0 [kJ/kg°C]
 T_{ar} – Temperatura do ar [°C]
 T_{ref} – Temperatura de referência [°C]

Energia da água de alimentação:

$$Q_{água} = M_{água} \times cp_{água} \times (T_{água} - T_{ref})$$

Sendo:

$Q_{água}$ - Energia da água de alimentação [kJ/h]
 $M_{água}$ – Caudal mássico da água [kg/h]
 $cp_{água}$ - Calor específico médio da água referido a T^0 [kJ/kg°C]
 $T_{água}$ – Temperatura da água [°C]
 T_{ref} – Temperatura de referência [°C]

Perdas de energia pelos gases de exaustão:

$$Q_{gases} = M_{gases} \times [cp_{gases} \times (T_{gases} - T_{ref}) + W(cp_{vapor} \times (T_{gases} - T_{ref}) + h_{fgT^0})]$$

Sendo:

Q_{gases} – Energia associada a gases de exaustão [kJ/h]
 M_{gases} – Caudal mássico do gás seco [kg/h]
 cp_{gases} – Calor específico dos gases [kJ/kg°C]
 cp_{vapor} - Calor específico médio do vapor de água referido a T^0 [kJ/kg°C]
 T_{gases} – Temperatura dos gases de exaustão [°C]
 T_{ref} – Temperatura de referência [°C]
 W – Teor de humidade dos gases [kgH₂O/kg gás seco]
 h_{fgT^0} – Entalpia específica de vaporização da água à temperatura de referência [kJ/kg]

Perdas de energia pelas paredes:

$$Q_{p paredes} = U \times A \times (T_s - T_a)$$

$$U_r = \frac{20,4 \times \varepsilon}{T_s - T_a} \left[\left(\frac{T_s + 273,15}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_a + 273,15}{100} \right)^4 \right]$$

$$U_c = B \times (T_s - T_a)^{0,25}$$

Como,

$$U = U_r + U_c$$

Sendo:

$Q_{p paredes}$ - Perdas de energia pelas paredes da caldeira [kJ/h]

U - Coeficiente global de transmissão de calor [kJ/h m²°C]
 A – Área superficial [m²]
 T_s – Temperatura da superfície [°C]
 T_a – Temperatura ambiente [°C]
 U_r – Coeficiente de transmissão de calor por radiação [kJ/h m²°C]
 U_c – Coeficiente de transmissão de calor por convecção [kJ/h m²°C]
 ε – Emissividade da superfície
 B – Factor de forma

Tabela 6 – Valores típicos de forma.

(Fonte: ADENE, 2004)

Disposição dos equipamentos	Valores típicos de B
Planos verticais e cilindros de grandes dimensões	5,22
Planos horizontais virados para cima	6,12
Cilindros horizontais	4,32

Perdas de energia pelas purgas:

$$Q_{\text{purgas}} = M_{\text{água}} \times c_{p\text{água}} \times (T_{\text{água}} - T_{\text{ref}})$$

Sendo:

Q_{purgas} – Energia associada às purgas [kJ/h]
 M_{água} – Caudal mássico de água líquida [kg/h]
 c_{págua} – Calor específico médio da água referido a T⁰ [kJ/kg°C]
 T_{água} – Temperatura [°C]
 T_{ref} – Temperatura de referência [°C]

Perdas de energia por material não queimado (inqueimados):

(apenas é aplicado ao combustível biomassa.)

$$Q_{\text{inq}} = M_{\text{inq}} \times (\text{PCI} \times c_{p\text{inq}} \times (T_{\text{inq}} - T_{\text{ref}}))$$

Sendo:

Q_{inq} – Energia associada ao material inqueimado [kJ/h]
 M_{inq} – Caudal mássico do material inqueimado [kg/h]
 PCI – Poder Calorífico Inferior da biomassa [kJ/kg]
 c_{pinq} – Calor específico médio do material inqueimado referido a T⁰ [kJ/kg°C]
 T_{inq} – Temperatura do material inqueimado [°C]
 T_{ref} – Temperatura de referência [°C]

As perdas por inqueimados referem-se ao material sólidos que não foi completamente queimado, ao CO e aos COV's que são se aproximam ao poder calorífico do metano (CH₄).

Se for possível detectar fugas de vapor nas condutas deve-se também entrar em linha de conta com as perdas de energia resultantes.

$$M_{\text{vapor}} = n \times 0,35 \times \varnothing^2 \times \sqrt{P_r \times (P_r + 1)}$$

Sendo:

Q_f é o caudal de perdas de vapor em kg/h
 n é o número de fugas
 Ø é o diâmetro da fuga em mm
 P_r é a pressão relativa em bar

Assim, sabendo o caudal de vapor:

$$Q_f = M_{\text{vapor}} \times c_{p\text{vapor}} \times (T_{\text{vapor}} - T_{\text{ref}})$$

Sendo:

Q_f – Energia associada às fugas [kJ/h]

$M_{\text{vapor fugas}}$ – Caudal mássico de vapor [kg/h]

$c_{p\text{vapor}}$ – Calor específico médio do vapor de água referido a T^0 [kJ/kg°C]

T_{vapor} – Temperatura [°C]

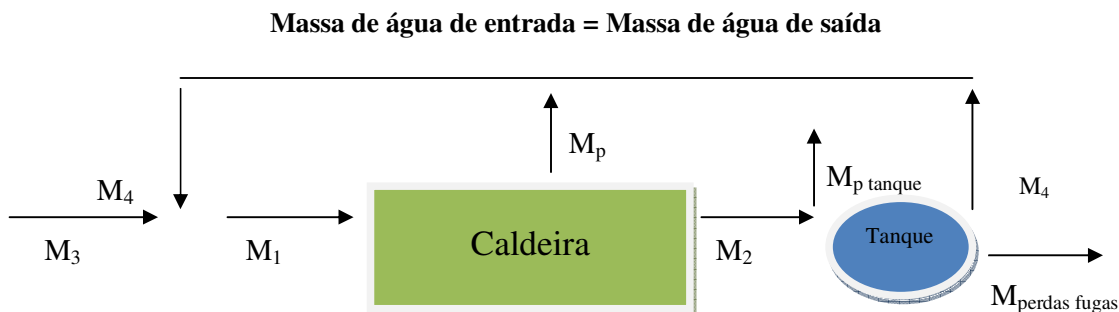
T_{ref} – Temperatura de referência [°C]

Eficiência energética (%)

$$\text{Eficiência} = \frac{Q_{\text{útil}}}{Q_{\text{comb}}} \times 100$$

7.3.2. Balanço mássico

Numa avaliação de ecoeficiência é fundamental o desenvolvimento de balanços mássicos aos aspectos mais significativos, por exemplo, balanço mássico a toda a unidade, balanço mássico a determinada linha de produção, entre outros. Contudo a título de exemplo apresenta-se o balanço mássico à água na caldeira.



Sendo:

M_1 – Caudal mássico de água que alimenta a caldeira [kg/h]

M_2 – Caudal mássico de vapor de água [kg/h]

M_p – Caudal mássico de purgas [kg/h]

M_3 – Caudal mássico de água de alimentação fresca [kg/h]

M_4 – Caudal mássico de condensados [kg/h]

$M_{\text{perdas fugas}}$ – Caudal mássico de perdas de água por fugas [kg/h]

$M_{p \text{ tanque}}$ – Caudal mássico de perdas de água no tanque, volumes mortos [kg/h]

$$M_1 = M_p + M_2$$

E dado que,

$$M_1 = M_3 + M_4 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow M_4 = M_1 - M_3$$

Assim, conhecendo o valor do caudal de condensados que é reintroduzido na caldeira é possível determinar o caudal das perdas por fugas e o caudal de perdas no tanque de condensados (volumes não passíveis de ser reaproveitados):

$$M_p = M_1 - M_2$$

$$M_{p \text{ tanque}} + M_{\text{perdas fugas}} = M_2 - M_4$$

A partir desta etapa é possível determinar o caudal de água que é perdida por fugas e no tanque, dado que o valor do caudal mássico de vapor de água (M_2) é conhecido. Como referido anteriormente existem formas de cálculo para perdas por fugas de vapor, sendo assim possível discriminar as duas:

$$M_{\text{vapor}} = n \times 0,35 \times \varnothing^2 \times \sqrt{P_r \times (P_r + 1)}$$

Sendo:

Q_f - Caudal de perdas de vapor [kg/h]

n - número de fugas

\varnothing - Diâmetro da fuga [mm]

P_r - Pressão relativa [bar]

Caso não seja possível desenvolver este cálculo, atribui-se ao valor das perdas de água, o valor do caudal de água de alimentação fresca que tem que se introduzir para a caldeira operar, não sendo assim discriminadas o tipo de perdas.

Factor de perda de água²⁶

$$\text{Factor de perda de água} = \frac{M_{\text{perdas fugas}} + M_{p \text{ tanque}} + M_p}{M_1} \times 100$$

Eficiência da recuperação dos condensados (%)

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Caudal de condensados}}{\text{Caudal de água de entrada na caldeira}} \times 100$$

7.4. Comunicação dos resultados

A comunicação dos resultados deve efectuar-se de duas formas, apresentação de através de um relatório técnico de ecoeficiência e através de uma exposição oral de resultados. Esta apresentação deve ser dirigida à Direcção da unidade industrial em estudo, pois permite não só terem conhecimento de forma mais rápida da avaliação da ecoeficiência que foi desenvolvida, mas também questionarem e perceber de forma integrada todo o estudo que foi desenvolvido. Esta comunicação conduz a uma análise crítica e uma discussão que se mostram significativas tanto para o cliente como para a equipa que desenvolveu a avaliação.

O relatório técnico deve incluir:

²⁶ Corresponde ao volume total de água que se perde durante o processo, o objectivo é a minimização desse factor.

- Caracterização da indústria incluindo descrição e fluxogramas do processo produtivo;
- Enquadramento – apresentação do conceito de ecoeficiência, os indicadores de ecoeficiência e sustentabilidade ambiental e económica;
- Apresentação dos resultados do tratamento de dados;
- Apresentação dos valores dos indicadores de ecoeficiência aplicáveis à indústria;
- Apresentação do conjunto de práticas ecoeficientes ajustadas à realidade da indústria;
- Conclusões e recomendações.

Na comunicação ao público do desempenho da indústria, ou seja, o seu grau de ecoeficiência, os resultados devem ser apresentados de uma forma clara e precisa, que evite uma má interpretação das mesmas, devem o relatório ser rigoroso a nível técnico e científico. Embora não existam regras de apresentação desse relatório o WBCSD desenvolveu uma estrutura tipo de relatório de ecoeficiência para comunicação à sociedade. Assim, o relatório deve incluir (BCSD Portugal, 2000):

- **Perfil da organização:** permite a contextualização da informação da ecoeficiência, onde conste por exemplo o número de empregados, os segmentos do negócio, os produtos principais, as fronteiras do sistema e contactos para obtenção de mais informações.
- **Perfil do valor:** apresenta o perfil dos indicadores de aplicação geral e específicos, deverá incluir indicadores de informação financeira, a quantidade de produtos vendidos ou indicadores funcionais para produtos específicos.
- **Perfil ambiental:** inclui indicadores de aplicação genérica de influência ambiental e indicadores específicos relativos à criação e utilização do produto/serviço.
- **Rácios da ecoeficiência:** para além da informação base para o valor económico do produto ou serviço e influência ambiental a fim de se determinar a ecoeficiência da indústria, as organizações poderão também querer apresentar cálculos dos indicadores de ecoeficiência, que entendam por relevantes e significativos.
- **Informação metodológica:** abrange a abordagem utilizada na selecção dos indicadores, as metodologias de recolha de dados e quaisquer limitações à utilização dos dados.

Capítulo 8

8. Conclusões

A ecoeficiência é evidentemente um conceito com um enorme potencial de exploração, que conduz à melhoria do desempenho económico e ambiental da actividade industrial. É indiscutível a necessidade da Indústria desenvolver um conjunto de acções conducentes ao desenvolvimento sustentável e a ecoeficiência representa uma das formas mais simples de o fazer. A sustentabilidade deve ser encarada como um caminho e não como uma meta a atingir, pelo que é fundamental delinear esse caminho e mantê-lo.

A componente ambiental é vista pela maioria dos gestores como uma componente que representa apenas custos, não se podendo retirar de planos de protecção do ambiente qualquer benefício económico. A ecoeficiência vem, definitivamente, mudar esse estereótipo através da inclusão das questões económicas nos planos de acção ambiental.

Através da investigação desenvolvida tornou-se evidente que, quando se intervém em questões de eficiência de processos e equipamentos por motivações ambientais, paralelamente, obtêm-se poupanças expressivas nos custos da actividade industrial. Reciprocamente as motivações de origem económica dos gestores conduzem muitas vezes e implicitamente à melhoria do desempenho ambiental da indústria e à protecção do Ambiente. De uma forma ou de outra, a avaliação de ecoeficiência é uma ferramenta credível de apoio à gestão da indústria integrando e relacionando as duas componentes do DS, tendo ainda reflexos na qualidade de vida das pessoas pelo que, de forma indirecta, dá o seu contributo também para a sustentabilidade social.

Uma avaliação da ecoeficiência na indústria pressupõe uma intervenção abrangente e exige uma visão holística do contexto e envolvente da actividade, pelo que este tipo de avaliação exige um conhecimento técnico e científico preeminente.

Após a análise desenvolvida na primeira fase deste trabalho sobre as questões técnicas e a realidade da indústria, ficou patente que existe uma forte oportunidade de melhoria do funcionamento geral da actividade industrial, aumentando os lucros económicos e minimizando os impactes ambientais. A análise efectuada aos instrumentos legais e voluntários que podem constituir constrangimentos ou elementos facilitadores à avaliação da ecoeficiência veio evidenciar ainda mais que o grande entrave parece ser a dificuldade de mudança de mentalidades, no que diz respeito às questões ambientais, encaradas com um obstáculo ao crescimento económico, aliada à falta de consciência ambiental, apesar de muito se ter progredido nesse domínio nas últimas décadas. Uma parte

importante das indústrias continua a encarar o controlo dos aspectos ambientais da sua actividade, como um custo do processo produtivo. Apesar disso, são cada vez mais as indústrias que através de uma actuação voluntária procuram melhorar o seu desempenho ambiental, obtendo daí um retorno económico. Este facto é comprovado pelo número crescente de indústrias com a certificação ISO 14001, com o registo EMAS ou que produzem relatórios de sustentabilidade ou ainda que recorrem à ecoeficiência como um modelo de negócio.

O Manual desenvolvido apresenta a metodologia da auditoria de avaliação, a listagem da informação a recolher, o tratamento quantitativo a que deve sujeita alguma da informação recolhida e por fim o modo de comunicação de resultados, pelo que foram atingidos os objectivos propostos. A metodologia da Auditoria de Ecoeficiência bem como a Lista de Verificação de Ecoeficiência foram testadas em campo, através de duas visitas a unidades industriais, de modo a garantir a aplicabilidade e operacionalidade das mesmas. A investigação prática dessa aplicabilidade e eficácia permitiu comprovar a qualidade e exequibilidade da Lista de Verificação, o que torna este instrumento de avaliação fiável a nível técnico, científico e prático.

A investigação desenvolvida mostrou que as indústrias que possuem mais e melhor tecnologia apresentam vantagem competitiva relativamente às indústrias equipadas com menos tecnologias. A automatização pressupõe um maior controlo dos aspectos significativos, e associado a esse facto, está a melhoria de eficiência do processo e actividade, tendo reflexos nos impactes ambientais originados. Quando há monitorização é possível gerir de forma mais rigorosa, sendo um elemento facilitador da aquisição de informação, pois menos instrumentalização é necessário usar na auditoria.

A automatização permite uma gestão mais rigorosa baseada em análises reais, comparativamente às estratégias de negócio e gestão actuais que são baseadas em estimativas e planos de prospecção, tendo inevitavelmente erros associados. Através da monitorização contínua de todos os parâmetros que interfiram com a eficiência e adequado funcionamento é possível actuar no imediato e, dada a actual conjuntura económica e flutuação dos mercados, este facto coloca as indústrias em vantagem competitiva. Por outro lado tem reflexos muito positivos no que respeita ao ambiente, pois mais facilmente se confina algum incidente, se minimizam impactes devido a algum problema de operação de órgãos de tratamentos e se actua em caso de consumos excessivos. A indústria visitada no início deste trabalho aproxima-se do tipo ideal, no que respeita a automatização e controlo de parâmetros operacionais.

Outro aspecto evidenciado está relacionado com o facto da organização de informação não ser muitas vezes uma prática corrente, e essa sistematização releva-se importante no âmbito da

avaliação da ecoeficiência mas também no âmbito de uma boa gestão, pelo que se vislumbra necessária esta mudança organizacional, pois “o que não se pode medir não se pode gerir”.

Comprovou-se ainda que a lista de verificação desenvolvida é aplicável a qualquer sector industrial, sendo apenas necessárias algumas adaptações, visto se tratar de um instrumento de aplicação geral. Para finalizar, não existe qualquer indício da impossibilidade de obter, através de medição ou através de recolha de informação directa, os elementos informativos indicados na Lista de Verificação, pelo que se considera o Manual desenvolvido perfeitamente apto para aplicação prática.

Concluindo, a obtenção de lucros num mercado cada vez mais exigente, e implementação de mecanismos de protecção do ambiente são, actualmente, duas componentes que podem e devem ser relacionadas através da ecoeficiência. Sendo assim, as condicionantes, de carácter económico, à inclusão da componente ambiental na estratégia de negócio não podem continuar a ser consideradas razões válidas para se negligenciar o ambiente e a sua conservação. Através do desenvolvimento deste Manual pretende-se contribuir de forma significativa para a mudança destes modelos de gestão e permitir a disseminação deste conceito, que representa um extraordinário potencial de melhoria do desempenho da actividade.

A título de sugestão de trabalho futuro, revela-se essencial a aplicação do Manual de Avaliação de Ecoeficiência a vários casos de estudo, de forma a consolidar a fiabilidade e rigor técnico desta ferramenta.

Revela-se ainda bastante oportuno e importante um estudo que relacione o desenvolvimento tecnológico das indústrias auditadas com o esforço económico e humano empregue nas avaliações de ecoeficiência, estimando ainda o retorno económico e ambiental desta ferramenta. No estudo ficou evidente que existe uma relação entre ambos os aspectos, contudo encontrar com rigor o valor ou dimensão dessa relação seria bastante útil para as empresas de consultoria que desenvolvem este tipo de estudos, bem como a nível académico dado o baixo número de estudos que ainda existem nesta área de ecoeficiência.

Referências bibliográficas

- ADENE (2004), *Eficiência energética na Indústria*. [versão electrónica] Gaia: ADENE.
- AIP (1998), *Cadernos de Ambiente Auditorias Ambientais. Auditorias Ambientais*. Porto: AIP
- Agência Portuguesa do Ambiente (2007), *Relatório Estado do Ambiente 2006 Portugal*. [versão electrónica] Amadora.
- Agência Portuguesa do Ambiente (2008), *Relatório Estado do Ambiente 2007 Portugal*. [versão electrónica] Amadora.
- Altafini, Carlos R, (2002), *Apostila sobre caldeiras*. [versão electrónica] Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Caixas do Sul, Brasil.
- APEQ (2002), *Actuação Responsável: Indicadores de desempenho*. [versão electrónica]
- Balarim, Carlos R.; Targa Luiz A.; Virgens Filho, Jorim S.; Andrade Filho, Alceu G.; Wiecheteck Giovana K. (2004). *Artigo técnico custo de bombas centrífugas funcionando como turbinas em microcentrais hidrelétricas*. [versão electrónica]
- Bejan, Adrian (1993), *Heat transfer*. New York: John Wiley. ISBN 0-471-59952-2
- BCSD Portugal (2000), *A ecoeficiência: Criar mais valor com menos impacto*. Lisboa: WBCSD.
- BCSD Portugal (2006), *A indústria sustentável dos produtos florestais, carbono e alterações climáticas*. [versão electrónica] Lisboa: WBCSD.
- BCSD Portugal, *As empresas e os ecossistemas*. [versão electrónica] Lisboa: WBCSD.
- BCSD Portugal, *Biomassa*. [versão electrónica] Lisboa: WBCSD.
- BCSD Portugal (2005), *case study – ANA: A gestão do ruído nos aeroportos nacionais*. [versão electrónica] Lisboa: WBCSD.
- BCSD Portugal (2006), *case study – Amorim Imobiliária: Reciclagem do estádio das antas, demolir sem deixar rasto*. [versão electrónica] Lisboa: WBCSD.
- BCSD Portugal (2006), *case study – PACOPAR: Esforço reunido do complexo químico de Estarreja – Promover uma actuação responsável*. [versão electrónica] Lisboa: WBCSD.
- BCSD Portugal (2005), *case study – Quimigal Grupo CUF: PACOPAR*. [versão electrónica] Lisboa: WBCSD.
- BCSD Portugal (2005), *case study – Salvador Caetano: Desenvolvimento de indicadores de ecoeficiência, aplicação à indústria metalomecânica*. [versão electrónica] Lisboa: WBCSD.

BCSD Portugal (2005), *case study – Secil: Sucesso na redução de emissões de CO₂*. [versão electrónica] Lisboa: WBCSD.

BCSD Portugal (2006), *case study – Sonae Sierra: Gestão voluntária de CO₂, uma empresa carbonfree*. [versão electrónica] Lisboa: WBCSD.

BCSD Portugal (2005), *case study – Unicer Cervejas: Gestão sustentável da água*. [versão electrónica] Lisboa: WBCSD.

BCSD Portugal (2002), *Comunicar o Desenvolvimento Sustentável - Encontrar o equilíbrio*. [versão electrónica] Lisboa: WBCSD. ISBN -940240-45-0

BCSD Portugal (2005), *Manual de boas práticas de eficiência energética*. Lisboa: WBCSD.

BCSD Portugal (2000), *Medir a ecoeficiência - um guia para comunicar o desempenho da empresa*. Lisboa: WBCSD.

Borrego, Carlos (2004), *Fenómenos de transferência* [Texto policopiado]. Aveiro: C. Borrego

Brandão, Diogo de P. L. (1987), *Electrotecnia Geral*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Caseirão, Manuel R. (2003), *Auditoria ambiental: Perspectiva contabilístico financeira*. Lisboa: Áreas. Dissertação de Mestrado em Contabilidade e Finanças Empresariais apresentada à Univ. Aberta. ISBN 972-8472-42-0

Çengel, Yunus A.; Boles, Michael A. (2007), *Thermodynamics: an engineering approach*. 6th ed (SI Units). Boston (MA): McGraw-Hill. ISBN 978-007-125771-8

Charlene, Sinkin; Charlotte, J. Wright; Royce, D. Burnett (2008), *Eco-efficiency and firm value*. [versão electrónica] Elsevier

Chau J., Sowlati T., Sokhansanj S., Preto F., Melin S., Bi X., “*Techno-economic analysis of wood biomassa for boilers for the greenhouse*”. [versão electrónica] Applied Energy 86 (2009)

Chattopadhyay, Parthasarthy (2001), *Boiler operations engineering: questions and answers*. 2nd ed. New York (NY): McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-460296-6

Coelho, Pedro; Costa, Mário (2007), *Combustão*. Amadora: Edições Orion. ISBN 978-972-8620-10-3

COM (2001) 366 final, *Livro Verde: Promover um quadro europeu para a responsabilidade social das empresas*. [versão electrónica] Bruxelas: Comissão das Comunidades Europeias.

COM (2001) 68 final, *Livro Verde sobre a política integrada relativa aos produtos*. [versão electrónica] Bruxelas: Comissão das Comunidades Europeias.

COM (2003) 644 final, *Proposta do regulamento do parlamento europeu e do conselho relativo ao registo, à avaliação, à autorização e à restrição de produtos químicos (REACH)*. (vol. I, II, III, IV, V, VI) [versão electrónica] Bruxelas: Comissão das Comunidades Europeias.

DeSimone, Livio D. (1997), *Eco-efficiency: the business link to sustainable development*. London: MIT. ISBN 0-262-04162-6

Dias, Reinaldo (2007), *Gestão ambiental: Responsabilidade social e sustentabilidade*. [versão electrónica] São Paulo: Editora Atlas. ISBN 978-85-224-4269-0

Dickenson, T. Christopher (1999), *Valves, piping and pipelines handbook*. 3rd ed. Oxford: Elsevier Advanced Technology. ISBN 1-85617-252-X

Dinis, A. (2008), *Poluição de solos: riscos e consequências*. [versão electrónica] Faculdade de Ciências e Tecnologia, UFP.

Direcção Geral do Ambiente (2000), *Proposta para um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável*. [versão electrónica] Amadora. ISBN 972-8419-48-1

Eletropaulo (2004), *Manual de administração de energia – caldeiras, isolamento térmico e cogeração*. [versão electrónica] São Paulo.

Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (2009), *Tarifas e preços para a energia eléctrica em 2009 e parâmetros para o período de regulação 2009 – 2011*. Lisboa: ERSE

European Environment Agency (2003), *Europe's environment: the third assessment*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. ISBN 92-9167-574-1

Global Reporting Initiative (2006), *Directrizes para Relatório de sustentabilidade*. São Paulo.

Guerreiro, M. D.; Pereira, I. (2006), *Responsabilidade Social das Empresas, Igualdade e Conciliação Trabalho-Família: Experiências do Prémio Igualdade é Qualidade*. [versão electrónica] Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.

FLUKE (2006), *Guia do usuário de FLUKE 434/435*

Holliday, Jr., Charles O. ; Schmidheiny, Stephan, ; Watts, Philip (2002), *Cumprindo o prometido: casos de sucesso de desenvolvimento sustentável*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Campus. ISBN 85-352-1134-9

Howes, Rupert ; Skea, Jim ; Whelan, Bob (1997), *Clean and competitive? : motivating environmental performance in industry*. London: Earthscan. ISBN 1-85383-490-4

Instituto dos Auditores Internos do Brasil (2004), *Normas internacionais para o exercício profissional da Auditoria Interna*. [versão electrónica] Audibra. ISBN 0-89413-489-2

Instituto Piaget (1995), *Estado do ambiente no mundo*. Lisboa : Instituto Piaget. ISBN 972-8245-66-1

János M. Beér (2007), *High efficiency electric power generation: The environment al role*. Elsevier

Karassik, Igor J.; Messina, Joseph P.; Cooper, Paul; Heald, Charles C. (2002), *Pump Handbook*. USA: McGraw-Hill. ISBN 0-07-034032-3

Kosow, Irving I. (2005), *Máquinas eléctricas e transformadores*. São Paulo: Editora Globo.

Lawrie, Robert J. (1994), *Biblioteca practica de motores electricos*. Barcelona: Ediciones Oceano, 1 vol. ISBN 84-7764-913-8

Lawrie, Robert J. (1994), *Biblioteca practica de motores electricos*. Barcelona: Ediciones Oceano, 2 vol. ISBN 84-7764-913-8

Macintyre, Archibald Joseph (1990), *Ventilação industrial e controle da poluição*. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora. ISBN 85-216-1123-4

Matos, Arlindo (2008), *Técnicas e Gestão de Resíduos Sólidos* [Texto policopiado]. Aveiro: A. Matos

McKendry, P. (2002), *Energy production from biomass (part 1): overview of biomass*. Bioresource technology, Volume 83: 37-46

Mexpert Consulting Engineers (1987), *Environmental high-technology from Finland*. 2nd ed. Helsinki: Ministry of the Environment. ISBN 951-46-9887-8

Morais, Georgina; Martins, Isabel (2007), *Auditoria interna: Função e processo*. 3ª ed. actualizada e ampliada. Lisboa: Áreas. ISBN 978-989-8058-11-9

Mullinger, Peter; Jenkin, Barrie (2008), *Industrial and process furnaces*. [versão electrónica] Elsevier Ltd. ISBN 978-0-7506-8692-1

Nakamura, Shinichiro; Kondo, Yasushi (2009), *Waste Input – output Analysis - Concepts and application to Industry Ecology*. [versão electrónica] Japan: Springer. ISBN 978-1-4020-9901-4

NI 14031 (1999), Norma Internacional - *Gestión ambiental, Evaluación del desempeño ambiental, Directrices*. ISO. Suíça.

NP 14001 (2004), Norma Portuguesa – *Sistemas de Gestão Ambiental*. Instituto Português da Qualidade. Caparica

OCDE (1998), *Éco-efficiency*. Paris : OECD. ISBN 92-64-26085-4

Oezisik, M. Necati (1990), *Transferência de calor: um texto básico*. Rio de Janeiro: Guanabara. ISBN 85-277-0160-X

Oliveira, J. F. dos Santos (2005), *Gestão ambiental*. Lisboa: Lidel. ISBN 978-972-757-328-8

Paula, Claudio Paiva (2004), *Geração distribuída e cogeração no setor elétrico: Avaliação sistêmico de um plano de inserção incentivada*. [versão electrónica] Tese de doutoramento, PIPGE, Universidade de São Paulo.

Pereira, C. A. (2001), *Desenvolvimento dos Indicadores de Ecoeficiência: Aplicação à Indústria Metalomecânica*. Dissertação de mestrado, FEUP, Universidade do Porto.

Pinheiro, Paulo C. C.; Cerqueira, Sérgio A. A. G. (1995), *Método de cálculo do balanço térmico de caldeiras*. [versão electrónica] Trabalho apresentado no XVII Seminário de balanços energéticos globais e utilidades, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil.

Rayner, R. (1995), *Pump users handbook*. 4th ed. Exeter: Elsevier. ISBN 1-85617-216-3

Regulamento (CE) nº 761/2001 do Parlamento Europeu e do Conselho.

Royce, D. Burnett; Don, R. Hansen (2008), *Ecoefficiency: Defining a role for environmental cost management*. [versão electrónica] Elsevier

Salgado, V. G. (2004), *Proposta de indicadores de ecoeficiência para o transporte de gás natural*. [versão electrónica] Tese de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

Saling, Peter; Kicherer, Andreas; Dittrich-Krämer, Brigitte; Wittlinger, Rolf; Zombik, Winfried; Schmidt, Isabell; Schrott, Wolfgang; Schmidt, Silke (2002), *Eco-efficiency Analysis by BASF: The Method*. [versão electrónica] BASF

Santos, Aldina Lopes dos; Santos, Joaquim Alberto Neiva dos (1998), *Gestão e ambiente [Texto policopiado]: contributos para a consciencialização ambiental nas empresas*. Trabalho de fim de curso apresentado ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Aveiro, Aveiro.

WCED (1987), *Our Common Future, The World Commission on Environment and Development*. Oxford University press, Oxford.

Referências da internet

Agência Portuguesa do Ambiente (2009), Acedido em: Fevereiro e Março de 2009, em: <http://www.apambiente.pt/Paginas/default.aspx>

Agência para a Energia (2009), Acedido em Janeiro de 2009, em: <http://www.adene.pt/ADENE.Portal>

Apemeta (2009), Acedido em: Março de 2009, em: <http://www.apemeta.pt/>

Ascojoucomatic (2005), *Ectroválvulas e válvulas de comando por pressão para água quente e aplicação de vapor*, Acedido em: 27 de Fevereiro, em:

http://www.ascojoucomatic.nl/images/site/upload/_pt/pdf1/V90505pt.pdf

BCSD Portugal (2009), Acedido em: Janeiro de 2009, em: <http://www.bcsdportugal.org/>

Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes (2009), Acedido em: 3 de Maio de 2009, em: <http://www.cvrvv.pt>

Congen (2009), Acedido em 17 de Fevereiro de 2009, em: <http://www.cogenportugal.com/>

Confagri (2009), Acedido em Março e Abril de 2009, em: <http://www.confagri.pt/ambiente>

Diário da Republica Electrónico. (2009), Acedido em Março e Abril de 2009, em:

<http://www.dre.pt/>

Direcção Geral de Geologia e Energia. Portugal. (2009), Acedido em 31 de Janeiro de 2009, em:

<http://www.dgge.pt/>

Du-o-lop. (2009), Acedido em 17 de Maio de 2009, em:

www.du-o-lap.com.br/.../bomba_centrifuga.jpg

EDP (2009), Acedido em 4 de Março de 2009, em:

<http://www.edp.pt/EDPI/Internet/PT/Group/AboutEDP/default.htm>

EDP (2003), Guia de manutenção de postos de transformação. Acedido em: 17 de Abril de 2009,

em: http://www.jroma.pt/PDFS/guia_manut_pt.pdf

Electrónica Santo Amaro (2009), Acedido em: 7 de Fevereiro de 2009, em :

<http://www.esa.com.br/motores/produto-motores-motor-trifasico-dahlander-ip55.php>

Eurostat (2009), Acedido em: 23 de Fevereiro de 2009, em:

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>

Exportpages (2009), Acedido em: 5 de Fevereiro de 2009, em:

<http://www.exportpages.pt/companyproducts/10077523192011473132/0.htm>

Fluke (2009), Acedido em: 7 de Maio de 2009, em:

http://www.fluke.co.uk/comx/show_product.aspx?locale=ptpt&pid=37822

IAPMEI (2009), Acedido em: 9 de Abril de 2009, em: <http://www.iapmei.pt/>

Instituto da Conservação da Natureza (2009), Acedido em: 31 de Janeiro de 2009, em:
<http://portal.icnb.pt/ICNPportal/vPT2007/>

Instituto Nacional de Estatística (2009), Acedido em: 13 de Maio de 2009, em:
http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_main

Portal da Comissão Europeia (2009), Acedido em: Fevereiro e Março de 2009, em:
http://ec.europa.eu/index_pt.htm

Portal das Energias renováveis (2009), Acedido em Abril e Maio de 2009, em:
<http://www.energiasrenovaveis.com/>

Portal do Governo (2009), Acedido em: 23 de Fevereiro de 2009, em:
<http://www.portugal.gov.pt/Portal/PT>

Responsiblecare (2009), Acedido em: 14 de Abril de 2009, em: <http://www.responsiblecare.org>

Sá, Carlos Araújo. *Motores de rendimento melhorado*, Acedido em: 3 de Março de 2009, em:
http://www.ordemengenheiros.pt/LinkClick.aspx?link=Ing98-DC_Electr1.pdf&mid=8000

Schaeffler. (2009), Acedido em: 30 de Abril de 2009, em:
http://www.schaeffler.com/remotemedien/media/_shared...

Siemens (2006), *Motores de corrente continua*, Acedido em: 28 de Janeiro de 2009,
em:http://www.siemens.com.br/medias/FILES/2910_20060505141908.pdf

Steammaster, Acedido em: 15 de Fevereiro de 2009, em:
<http://www.steammaster.com.br/download/EFICIENCIA.pdf>

Anexos

Anexo 1 – Apresentação da empresa Ecoinside

A Ecoinside – Soluções em ecoeficiência e sustentabilidade, Lda. sediada na cidade do Porto, dedica-se integralmente às questões da ecoeficiência e da sustentabilidade ambiental. Trata-se da primeira “spin off” do 1º Curso de Empreendedorismo da Universidade do Porto, da responsabilidade da Escola de Gestão do Porto.

Presta serviços na área de consultoria ambiental, quer em termos de ecoeficiência quer de sustentabilidade ambiental e conservação da natureza. Destaca-se pelo Know-How que possui devido à equipa de profissionais com sólida formação científica e técnica, resultando numa abordagem multidisciplinar e integrada, factor indispensável na área da sustentabilidade ambiental. Destaca-se ainda a competência, a inovação, o dinamismo e consciência ambiental que caracteriza toda a equipa Ecoinside®.

Os serviços que a Ecoinside® oferece, permitem uma abordagem pró-activa e uma clara melhoria na performance ambiental com o aumento de proveitos e a redução da pegada ecológica provocada pela actividade desenvolvida.

Finalmente, para além do conceito inovador que constitui o seu *core business* e o particular modelo de relacionamento com os clientes, a Ecoinside® destaca-se por abranger a globalidade das questões da ecoeficiência e da sustentabilidade ambiental e por apresentar soluções, tipo “chave na mão”, com uma clara definição do tempo de retorno ao investimento, da responsabilidade pela implementação das soluções e tecnologias propostas, bem como pelas reduções de custos e dos indicadores de ecoeficiência nelas implícitos.

Anexo 2 – Classificação de equipamentos

Motores eléctricos:

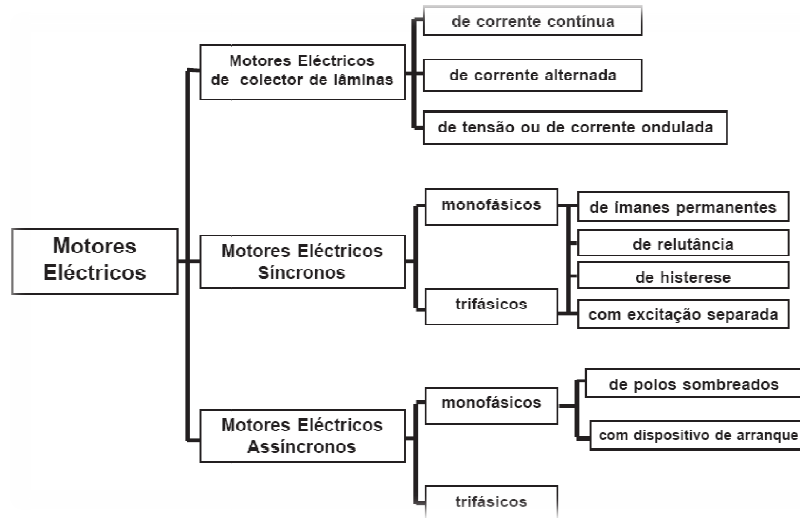


Figura 28 – Representação esquemática dos diferentes tipos de motores eléctricos.
(Fonte: Guedes, 1994)

Compressores:

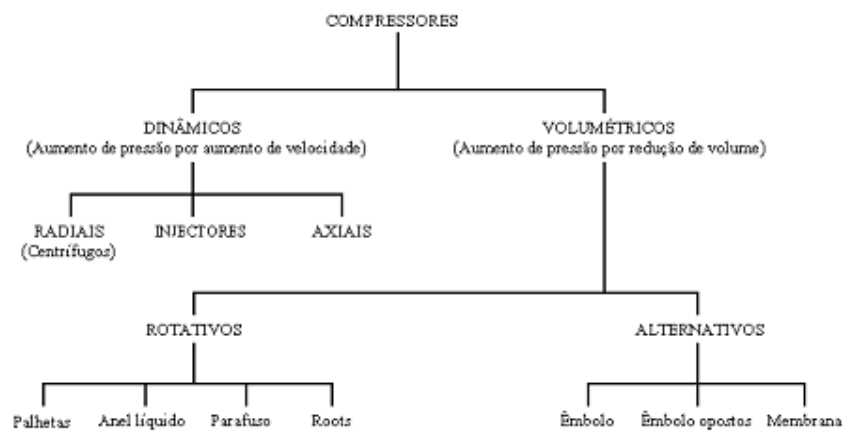
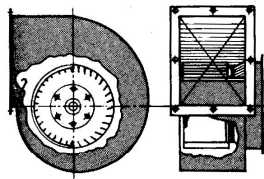


Figura 29 – Representação esquemática da classificação dos compressores.
(Fonte: ADENE, 2004)

Ventiladores:

Apresentação das diferentes tipologias de ventiladores segundo (Macintyre et al., 1990).



MODELO RS (SIROCCO)

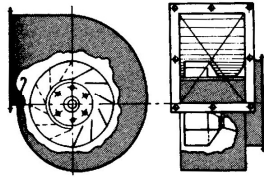
Disponibilidades:
200 a 500.000 m³/h,
5 a 80 mm ca.
Simples ou dupla aspiração

APLICAÇÕES:

Ar condicionado, calefação, ventilação e exaustão industrial, comercial ou doméstica. Estufas, coífas, secadores, condensadores evaporativos, torres de resfriamento e câmaras frigoríficas

CARACTERÍSTICAS:

Grande volume de ar. Baixa pressão. Baixo nível de ruído



MODELO RL

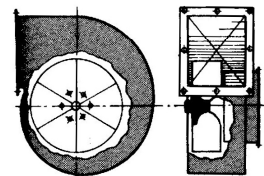
Disponibilidades:
2.000 a 300.000 m³/h,
20 a 350 mm ca.
Simples ou dupla aspiração

APLICAÇÕES:

Ar condicionado, ventilação e exaustão industrial, comercial ou doméstica. Estufas, secadores, tiragem forçada, ventilação de minas e túneis, câmaras frigoríficas e aplicações especiais

CARACTERÍSTICAS:

Grande volume de ar. Média pressão.
Médio nível de ruído



MODELOS RBI-RMI-RAI

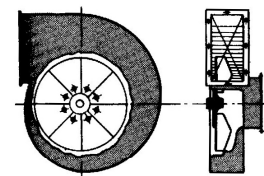
Disponibilidade:
1.200 a 95.000 m³/h,
30 a 600 mm ca

APLICAÇÕES:

Exaustão de detritos de máquinas-ferramentas, através de transporte pneumático. Exaustão de pó, gases, fumaças, vapores e odores industriais

CARACTERÍSTICAS:

Especial para aplicação onde o material transportado necessita atravessar o ventilador



MODELOS RBE-RME-RAE

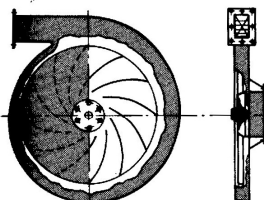
Disponibilidades:
200 a 130.000 m³/h,
30 a 600 mm ca

APLICAÇÕES:

Exaustão de detritos de máquinas-ferramentas através de transporte pneumático. Exaustão de pó, gases, fumaças, vapores e odores industriais. Aplicações especiais

CARACTERÍSTICAS:

Construção em três modelos de acordo com a necessidade do balanceamento entre o volume de ar e pressão



MODELO RR

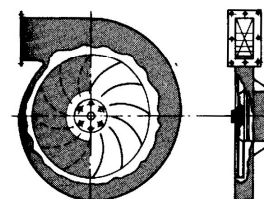
Disponibilidades:
60 a 3.000 m³/h,
60 a 1.350 mm ca

APLICAÇÕES:

Transporte pneumático, queimadores de óleo, fornos industriais tipo Cubilot ou especiais, forjas, sopradores para projeção de materiais. Aplicações especiais

CARACTERÍSTICAS:

Alta pressão, volume de ar reduzido. O material transportado, se for o caso, não deve atravessar o ventilador



MODELO RH

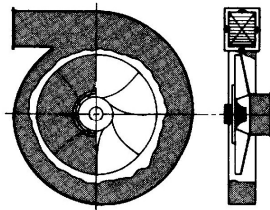
Disponibilidades:
180 a 6.000 m³/h,
60 a 1.500 mm ca

APLICAÇÕES:

Transporte pneumático, queimadores de óleo, fornos industriais tipo Cubilot ou especiais, forjas, sopradores para projeção de materiais. Aplicações especiais

CARACTERÍSTICAS:

Alta pressão, pequeno volume de ar. O material transportado, se for o caso, não deve atravessar o ventilador



MODELO RA

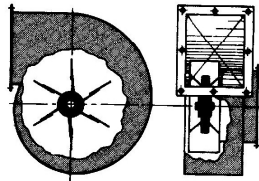
Disponibilidades:
400 a 100.000 m³/h,
150 a 2.000 mm ca

APLICAÇÕES:

Exaustão em sistemas de alta pressão, transporte pneumático em sistemas de grande volume de ar, grandes queimadores de óleo e fornos industriais, aplicações especiais

CARACTERÍSTICAS:

Alta pressão, grande volume de ar. O material transportado, se for o caso, não deve atravessar o ventilador



MODELO RPD

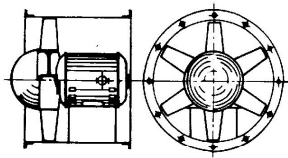
Disponibilidades:
1.000 a 120.000 m³/h,
20 a 1.000 mm ca

APLICAÇÕES:

Exaustão de materiais fibrosos, através de transporte pneumático. Especial para aplicações onde o material transportado necessite atravessar o ventilador

CARACTERÍSTICAS:

Grande volume de ar. Média pressão



MODELO A

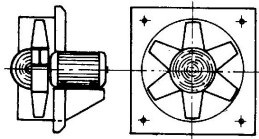
Disponibilidades:
1.000 a 500.000 m³/h,
3 a 50 mm ca

APLICAÇÕES:

Ventilação ou exaustão industrial, cabines de pintura, torres de refrigeração, cozinhas industriais, capelas de laboratórios, condensadores evaporativos, coifas para gases ou vapores, câmaras frigoríficas etc.

CARACTERÍSTICAS:

Construção própria para conexão direta em tubulações e aparelhos especiais ou colocação em paredes. Modelo em construção especial para ventilação de minas subterrâneas (Mine-Vent)



MODELO B

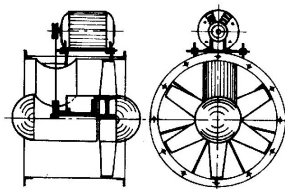
Disponibilidades:
1.000 a 500.000 m³/h,
3 a 50 mm ca

APLICAÇÕES:

Ventilação ou exaustão de equipamentos industriais, estufas de aquecimento, evaporadores de ar forçado, radiadores de água ou vapor, resfriamento de máquinas etc.

CARACTERÍSTICAS:

Construção própria para adaptação em equipamentos especiais ou fixação em paredes (Modelo C)



MODELO F

Disponibilidades:
1.000 a 500.000 m³/h,
3 a 50 mm ca

APLICAÇÕES:

Exaustão de cozinhas industriais, cabines de pintura, torres de refrigeração, coifas para gases ou vapores, capelas de laboratórios, câmaras frigoríficas, condensadores evaporativos

CARACTERÍSTICAS:

Construção própria para conexão direta em tubulações. Recomendado especialmente para aplicação onde os vapores ou gases exauridos não possam tomar contato com o motor elétrico

Anexo 3 - Legislação de água e águas residuais

Decreto-Lei nº 236/98 de 1 de Agosto

Estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos, definindo os requisitos a observar na utilização das águas para os seguintes fins: águas para consumo humano, águas para suporte da vida aquícola, águas balneares e águas de rega; assim como as normas de descarga das águas residuais na água e no solo. Atribui competências a diversas entidades relativa e especificamente a cada um daqueles domínios, no atinente ao licenciamento, inspecção, fiscalização, vigilância e classificação e inventário das águas.

Descarga de águas residuais:

Portaria nº 809/90 de 10 de Setembro

Estabelece as normas de descarga de águas residuais provenientes de matadouros e de unidades de processamento de carne.

Portaria nº 512/92 de 19 de Junho

Estabelece normas de descarga das águas residuais do sector dos curtumes.

Portaria nº 1030/93 de 14 de Outubro

Estabelece normas relativas a descarga de águas residuais no meio receptor natural (água ou solo) de unidades industriais do sector dos tratamentos de superfície que procedam a: tratamentos e revestimentos electrolíticos, tratamentos e revestimentos químicos, tratamentos térmicos em banhos de sais fundidos, decapagem, desengorduramento e preparação de superfícies.

Portaria nº1049/93 de 19 de Outubro

Estabelece normas relativas à descarga de águas residuais aplicáveis a todas as actividades industriais que envolvam o manuseamento de amianto.

Portaria nº423/97 de 25 de Junho

Estabelece normas de descarga de águas residuais especificamente aplicáveis às unidades industriais do sector têxtil, excluindo o subsector dos lanifícios.

Decreto-Lei nº52/99 de 20 de Fevereiro

Transpõe para o direito interno a Directiva n.º 84/156/CEE, do Conselho, de 8 de Março, relativa aos valores limite e aos objectivos de qualidade para a descarga de mercúrio de sectores que não o da electrólise dos cloretos alcalinos.

Decreto-Lei nº53/99 de 20 de Fevereiro

Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 83/513/CEE, do Conselho, de 26 de Setembro, relativa aos valores limite e aos objectivos de qualidade para as descargas de cádmio.

Decreto-Lei nº54/99 de 20 de Fevereiro

Transpõe para o direito interno a Directiva n.º 84/491/CEE, do Conselho, de 9 de Outubro, relativa aos valores limite e aos objectivos de qualidade para as descargas de hexaclorociclo-hexano.

Decreto-Lei nº56/99 de 26 de Fevereiro

Transpõe para o direito interno a Directiva n.º 86/280/CE, do Conselho, de 12 de Junho, relativa aos valores limite e aos objectivos de qualidade para a descarga de certas substâncias perigosas, e a Directiva n.º 88/347/CEE, de 16 de Junho, que altera o anexo II da Directiva n.º 86/280/CEE.

Portaria nº429/99 de 15 de Junho

Estabelece os valores limite de descarga das águas residuais, na água ou no solo, dos estabelecimentos industriais do sector químico.

Decreto-Lei nº431/99 de 22 de Outubro

Transpõe para o direito interno a Directiva n.º 82/176/CEE, do Conselho, de 22 de Março, relativa aos valores limite e aos objectivos de qualidade para as descargas de mercúrio de sectores da electrólise dos cloretos alcalinos. Revoga a Portaria n.º 1033/93 de 15 de Outubro.

Decreto-Lei nº506/99 de 20 de Novembro

Fixa os objectivos de qualidade para determinadas substâncias perigosas incluídas nas famílias ou grupos de substâncias da lista II do anexo XIX ao Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto.

Portaria nº50/2005 de 20 de Janeiro

Aprova os programas de redução e controlo de determinadas substâncias perigosas presentes no meio aquático.

Portaria nº 1147/94 de 26 de Dezembro

Estabelece as condições de licenciamento para a descarga, armazenagem, deposição ou injeção no solo de águas residuais ou de resíduos da indústria de dióxido de titânio, tendo em vista a prevenção e, progressivamente, a eliminação da poluição provocada por esta indústria.

Captação de água:

Decreto-Lei 226-A/2007 de 31 de Maio

Estabelece o regime da utilização dos recursos hídricos.

Decreto-Lei 391-A/2007 de 21 de Dezembro

Altera o Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio, que estabelece o regime da utilização dos recursos hídricos, atribuindo transitoriamente, até à entrada em funcionamento de cada administração de região hidrográfica, competências de licenciamento, fiscalização e emissão de títulos de utilização de recursos, respectivamente, às comissões de coordenação e desenvolvimento regional (CCDR) e ao Instituto da Água, I.P. (INAG, I.P.).

Portaria 1450/2007 de 12 de Novembro

Fixa as regras do regime de utilização dos recursos hídricos.

Decreto-Lei nº306/2007 de 27 de Agosto

Estabelece o regime da qualidade da água destinada ao consumo humano.

Anexo 4 - Legislação de emissões atmosféricas

Decreto-Lei nº78/2004 de 3 de Abril

Estabelece o regime da prevenção e controlo das emissões de poluentes para a atmosfera, fixando os princípios, objectivos e instrumentos apropriados à garantia da protecção do recurso natural ar, bem como as medidas, procedimentos e obrigações dos operadores das instalações abrangidas, com vista a evitar ou reduzir a níveis aceitáveis a poluição atmosférica originada nessas mesmas instalações.

Portaria nº263/2005 de 17 de Março

Fixa novas regras para o cálculo da altura de chaminés e define as situações em que devem para esse efeito ser realizados estudos de poluentes atmosféricos.

Portaria nº286/93 de 12 de Março

Fixa os valores limites e os valores guias no ambiente para o dióxido de enxofre, partículas em suspensão, dióxido de azoto e monóxido de carbono, o valor limite para o chumbo e os valores guias para o ozono.

Portaria nº1058/94 de 2 de Dezembro

Altera a Portaria n.º 286/93 de 12 de Março (fixa os valores limites e os valores gerais no ambiente para o dióxido de enxofre, partículas em suspensão, dióxido de azoto e monóxido de carbono, o valor limite para o chumbo e os valores guias para o ozono).

Declaração de rectificação nº91/93 de 31 de Maio

De ter sido rectificad a Portaria n.º 286/93 do Ministério do Ambiente e Recursos Naturais, que fixa os valores limites e os valores guias no ambiente para o dióxido de enxofre, partículas em suspensão, dióxido de azoto e monóxido de carbono, o valor limite para o chumbo e os valores guias para o azono, publicada no Diário da República, 1.ª série, n.º 60, de 12 de Março de 1993.

Portaria n.º80/2006 de 23 de Janeiro

Fixa os limiares mássicos máximos e mínimos de poluentes atmosféricos emissão de poluentes atmosféricos das instalações industriais que devem ser sujeitas a monitorização (em contínuo ou pontual).

Decreto-Lei nº351/2007 de 23 de Outubro

Estabelece valores alvo para as concentrações de arsénio, cádmio, mercúrio, níquel e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos no ar ambiente.

Resolução Concelho de Ministros nº103/2007 de 6 de Agosto

Aprova o Programa dos Tectos de Emissão Nacionais.

Portaria nº387/2006 de 21 de Abril

Estabelece as regras relativas à atribuição de licenças de emissão a novas instalações.

Portaria nº240/92 de 25 de Março

Aprova o Regulamento de Licenciamento das Actividades de Recolha, Armazenagem, Tratamento Prévio, Regeneração, Recuperação, Combustão e Incineração dos Óleos Usados.

Grandes instalações de combustão

Decreto-Lei nº178/2003 de 5 de Agosto

Estabelece limitações às emissões para a atmosfera de certos poluentes provenientes de grandes instalações de combustão.

Controlo metrológico

Decreto-Lei n.º291/90 de 20 de Setembro

Estabelece o regime de controlo metrológico de métodos e instrumentos de medição.

Portaria n.º962/90 de 9 de Outubro

Aprova o Regulamento Geral do Controlo Metrológico.

Portaria n.º20/2007 de 5 de Janeiro

Aprova o regulamento aplicável aos analisadores de gases de escape em veículos automóveis.

Ozono

Decreto-Lei n.º152/2005 de 31 Agosto

Regula a aplicação na ordem jurídica interna do artigo 16.º e do n.º 1 do artigo 17.º do Regulamento (CE) n.º 2037/2000, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de Junho, relativo às substâncias que empobrecem a camada de ozono.

Decreto-Lei n.º35/2008 de 27 de Fevereiro

Primeira alteração ao DL n.º152/2005 relativo às substâncias que empobrecem a camada de ozono.

COV's

Despacho n.º 17141/2007 de 3 de Agosto

Fixa os valores limite para determinados poluentes atmosféricos.

Decreto-Lei n.º242/2001

Relativo à limitação das emissões de compostos orgânicos voláteis resultantes da utilização de solventes orgânicos em certas actividades de instalações.

Decreto-Lei n.º181/2006 de 6 de Setembro

Estabelece o regime de limitação das emissões de compostos orgânicos voláteis (COV) resultantes da utilização de solventes orgânicos em determinadas tintas e vernizes e em produtos de retoque de veículos, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2004/42/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Abril.

Protocolo de Quioto

Decreto-Lei n.º7/2002 de 25 de Março

Aprova o Protocolo de Quito à convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações climáticas.

Portaria n.º698/2008 de 29 de Setembro

Aprova o modelo do pedido de título de emissão de gases com efeito de estufa e o modelo de título de emissão de gases com efeito de estufa.

Decreto-Lei n.º193/2003 de 22 de Agosto

Fixa os tectos de emissão nacionais de determinados poluentes atmosféricos, tomando como referência os anos de 2010 e 2020.

Decreto-Lei n.º233/2004 de 14 de Dezembro

Estabelece o regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade Europeia, transpondo para a ordem interna a Directiva n.º 2003/87/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de Outubro (estabelece quais as actividades industriais obrigadas a obter licença de emissão de GEE).

Decreto-Lei n.º72/2006 de 24 de Março

Terceira alteração ao regime do comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 233/2004 de 14 de Dezembro, transpondo para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2004/101/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Outubro.

PNALE II – Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão de CO₂

Portaria nº118/2005 de 31 de Janeiro

Fixa os emolumentos a cobrar pelo Instituto do Ambiente no âmbito do processo de atribuição de títulos de emissão de gases com efeito de estufa e respectiva actualização.

Portaria nº119/2005 de 31 de Janeiro

Aprova o modelo do pedido de agrupamento de instalações.

PRTR

Decreto-Lei nº127/2008 de 21 de Julho

Regula a execução na ordem jurídica nacional do Regulamento (CE) n.º 166/2006, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de Janeiro, relativo à criação do Registo Europeu das Emissões e Transferências de Poluentes.

Regulamento (CE) nº166/2006 de 18 de Janeiro

Contem a lista das actividades abrangidas (anexo I), a lista dos poluentes e respectivos limiares (anexo II) e o formato de comunicação de informação dos Estados-Membros à Comissão (anexo III). De acordo com o artigo 14º de Regulamento PRTR foi elaborado o Documento de Orientação para a Implementação do PRTR Europeu.

Emissões automóveis

Decreto-Lei nº237/2002 de 5 de Novembro

Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2001/27/CE, da Comissão, de 10 de Abril, alterando o Regulamento Respeitante ao Nível das Emissões Poluentes Provenientes dos Motores Alimentados a Diesel, Gás Natural Comprimido ou Gás de Petróleo Liquefeito Utilizados em Automóveis.

Anexo 5 - Legislação de resíduos

Decreto-Lei nº178/2006 de 5 de Setembro

Estabelece o novo regime geral da gestão de resíduos.

Portaria 209/2004 de 3 de Março

Regulamenta a classificação dos resíduos e das respectivas operações de gestão; aprova a Lista Europeia de Resíduos (LER).

Portaria nº1408/2006 de 18 de Dezembro

Aprova o Regulamento de funcionamento do Sistema Integrado de Registo Electrónico de Resíduos.

Portaria nº1407/2006 de 18 de Dezembro

Fixa as condições de execução de taxas pelas actividades de produção e gestão de resíduos destinadas a suportar os custos administrativos de acompanhamento das actividades bem como estimular o cumprimento dos objectivos nacionais em matéria de política de resíduos. Esta taxa é independente dos custos das actividades de gestão propriamente ditas devidos pelos produtores enquanto clientes dos operadores de gestão.

Decreto-Lei nº516/99 de 2 de Dezembro

Aprova o Plano Estratégico de Gestão dos Resíduos Industriais.

Decreto-Lei nº46/2008 de 12 de Março

Aprova o regime da gestão de resíduos de construção e demolição. (CDR)

Anexo 6 - Legislação de energia

RCM 80/2008 de 20 de Maio

Aprova o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética.

Decreto-Lei nº188/88 de 27 de Maio

Criação do Sistema de Incentivos à Utilização Racional de Energia (SIURE).

Resolução do Concelho de Ministros nº169/2005 de 24 de Outubro

Aprova a estratégia nacional para a energia.

Decreto-Lei nº89/2008 de 30 de Maio

Estabelece as normas referentes às especificações técnicas aplicáveis ao propano, butano, GPL auto, gasolinas, petróleos, gasóleos rodoviários, gasóleo colorido e marcado, gasóleo de aquecimento e fuelóleos, definindo as regras para o controlo de qualidade dos carburantes rodoviários e as condições para a comercialização de misturas de biocombustíveis com gasolina e gasóleo em percentagens superiores a 5 %.

Portaria nº1554/2007 de 7 de Dezembro

Fixa as regras para atribuição de quotas de isenção do imposto sobre produtos petrolíferos e energéticos (ISP).

Portaria nº1530/2008 de 29 de Dezembro

Fixa as taxas do imposto sobre os produtos petrolíferos e energéticos (ISP) relativo aos combustíveis industriais.

Portaria nº117/2008 de 8 de Fevereiro

Regulamenta as formalidades e os procedimentos aplicáveis ao reconhecimento e controlo das isenções e das taxas reduzidas do imposto sobre os produtos petrolíferos e energéticos (ISP).

Decreto-Lei n.º 267/2002 de 26 de Novembro

Estabelece os procedimentos e define as competências para efeitos de licenciamento e fiscalização de instalações de armazenamento de produtos de petróleo e instalações de postos de abastecimento de combustíveis.

Portaria n.º 1188/2003 de 10 de Outubro

Regula os pedidos de licenciamento de combustíveis.

Decreto-Lei nº101/2007 de 2 de Abril

Simplifica o licenciamento de instalações eléctricas, quer de serviço público quer de serviço particular.

RCM nº169/2005 de 24 de Outubro

Aprova a estratégia nacional para a energia.

RCM nº50/2007 de 23 de Março

Aprova medidas de implementação e promoção da Estratégia Nacional para a Energia.

SGCIE

Decreto-Lei nº 71/2008 de 15 de Abril

Estabelece o sistema de gestão do consumo de energia por empresas e instalações consumidoras intensivas (SGCIE).

Portaria nº228/90 de 27 de Março

Aprova o Regulamento da Gestão do Consumo de Energia para o Sector dos Transportes (frotas consumidores intensivas de energia).

Portaria nº519/2008 de 25 de Junho

Aprova os requisitos de credenciação dos técnicos e entidades responsáveis, previstos no Decreto-Lei n.º 71/2008 de 15 de Abril, que criou o sistema dos consumos intensivos de energia (SGCIE).

Despacho nº17313/2008 de 26 de Junho

Factores de conversão para toneladas equivalentes de petróleo (tep) para as várias formas de energia possíveis de serem utilizadas numa instalação CIE.

Despacho nº17449/2008 de 27 de Junho

Elementos a ter em consideração na realização de auditorias energéticas e na elaboração de planos de racionalização do consumo de energia (PREn) e dos respectivos relatórios de execução e progresso (REP)

SNGN

Decreto-Lei n.º 30/2006 de 15 de Fevereiro

Estabelece os princípios gerais relativos à organização e ao funcionamento do Sistema Nacional de Gás Natural (SNGN), bem como ao exercício das actividades de recepção, armazenamento, transporte, distribuição e comercialização de gás natural, e à organização dos mercados de gás natural.

Decreto-Lei n.º 140/2006 de 26 de Julho

Desenvolve os princípios gerais relativos à organização e ao funcionamento do Sistema Nacional de Gás Natural, aprovados pelo Decreto-Lei n.º 30/2006 de 15 de Fevereiro, regulamentando o regime jurídico aplicável ao exercício das actividades de transporte, armazenamento subterrâneo, recepção, armazenamento e regaseificação de gás natural liquefeito, à distribuição e comercialização de gás natural e à organização dos mercados de gás natural, completa o DL 30/2006.

Cogeração

Decreto-Lei nº182/95 de 27 de Julho

Estabelece as bases da organização do Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

Decreto-Lei nº168/99 de 18 de Maio

Revê o regime aplicável à actividade de produção de energia eléctrica, no âmbito do Sistema Eléctrico Independente, que se baseie na utilização de recursos renováveis ou resíduos industriais, agrícolas ou urbanos.

Decreto-Lei nº538/99 de 13 de Dezembro

Estabelece o regime da actividade de co-geração.

Decreto-Lei nº313/2001 de 10 de Dezembro

Altera o Decreto-Lei n.º 538/99 de 13 de Dezembro, revendo normas relativas às condições de exploração e tarifários da actividade da produção combinada de calor e electricidade.

Portaria nº57/2002 de 15 de Janeiro

Estabelece a fórmula de cálculo da remuneração, pelo fornecimento da energia entregue à rede, das instalações de co-geração licenciadas cuja potência de ligação seja superior a 10 MW.

Portaria nº58/2002 de 15 de Janeiro

Estabelece a fórmula de cálculo da remuneração, pelo fornecimento da energia entregue à rede, das instalações de co-geração licenciadas cuja potência de ligação seja inferior ou igual a 10 MW.

Portaria nº59/2002 de 15 de Janeiro

Estabelece a fórmula de cálculo da remuneração pelo fornecimento da energia entregue à rede das instalações de co-geração licenciadas ao abrigo do Decreto-Lei n.º 538/99 de 13 de Dezembro, utilizando como combustível fuelóleo independentemente da potência de ligação.

Portaria nº440/2004 de 30 de Abril

Dá nova redacção ao nº 26 da Portaria nº 57/2002, de 15 de Janeiro. Dá nova redacção ao nº 20 da Portaria nº 58/2002, de 15 de Janeiro. Altera a redacção ao nº 36 da Portaria nº 59/2002, de 15 de Janeiro. Altera, ainda, a redacção aos ns 11º, 12º, 21º, 27º e 30º da Portaria nº 60/2002, de 15 de Janeiro.

Portaria nº60/2002 de 15 de Janeiro

Estabelece o tarifário aplicável a instalações de co-geração licenciadas ao abrigo do Decreto-Lei n.º 538/99 de 13 de Dezembro, bem como as disposições de urgência das modalidades do mesmo tarifário.

Portaria nº399/2002 de 18 de Abril

Estabelece normas relativas ao estabelecimento e exploração das instalações de co-geração.

Energias renováveis

Decreto-Lei nº225/2007 de 31 de Maio

Procede à concretização de um conjunto de medidas ligadas às energias renováveis previstas na estratégia nacional para a energia, estabelecida através da Resolução do Conselho de Ministros nº 169/2005, de 24 de Outubro.

Declaração de rectificação nº71/2007 de 24 de Julho

De ter sido rectificado o Decreto-Lei n.º 225/2007, de 31 de Maio, do Ministério da Economia e da Inovação, que concretiza um conjunto de medidas ligadas às energias renováveis previstas na estratégia nacional para a energia.

Portaria nº1391/2006 de 12 de Dezembro

Fixa as regras relativas à concessão de isenção do imposto sobre os produtos petrolíferos energéticos relativamente aos biocombustíveis.

Decreto-Lei nº62/2006 de 21 de Março

Transpõe a Directiva n.º 2003/30/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 8 de Maio, relativa à utilização de biocombustíveis ou de outros combustíveis renováveis nos transportes, insere-se na estratégia da União Europeia de, até ao ano de 2020, substituir 20% dos combustíveis derivados do petróleo usados no transporte rodoviário por biocombustíveis ou combustíveis alternativos. Aplicam-se a indústrias produtoras de biocombustíveis.

Decreto-Lei nº363/2007 de 2 de Novembro

Estabelece o regime jurídico aplicável à produção de electricidade por intermédio de unidades de microprodução.

COM (2005) 628

Plano de acção de biomassa.

Energia eléctrica e

Pedido para atribuição do ponto de recepção na energia eléctrica

Decreto-Lei nº168/99 de 18 de Maio

Revê o regime aplicável à actividade de produção de energia eléctrica, no âmbito do Sistema Eléctrico Independente, que se baseie na utilização de recursos renováveis ou resíduos industriais, agrícolas ou urbanos.

Decreto-Lei nº312/2001 de 10 de Dezembro

Define o regime de gestão da capacidade de recepção de energia eléctrica nas redes do Sistema Eléctrico de Serviço Público proveniente de centros electroprodutores do Sistema Eléctrico Independente.

Decreto-Lei nº189/88 de 27 de Maio

Estabelece normas relativas à actividade de produção de energia eléctrica por pessoas singulares ou por pessoas colectivas de direito público ou privado.

Decreto-Lei nº29/2006 de 15 de Fevereiro

Estabelece os princípios gerais relativos à organização e funcionamento do sistema eléctrico nacional, bem como ao exercício das actividades de produção, transporte, distribuição e comercialização de electricidade e à organização dos mercados de electricidade.

Decreto-Lei nº90/2006 de 24 de Maio

Estabelece os princípios de alocação dos custos resultantes da remuneração da produção de electricidade.

Decreto-Lei nº165/2008 de 21 de Agosto

Procede à definição das regras aplicáveis ao reconhecimento de ajustamentos tarifários anuais aplicáveis ao sector eléctrico.

Despacho nº22393/2008 de 29 de Agosto

Procede à alteração e republicação do Regulamento de Relações Comerciais e do Regulamento Tarifário do sector eléctrico.

Despacho nº17744/2007 de 10 de Agosto

Revisão dos Regulamentos do Sector Eléctrico da ERSE.

Anexo 7 - Legislação de licenciamento industrial

Decreto-Lei nº 209/2008 de 29 de Outubro

Estabelece o regime de exercício da actividade industrial (REAI), com o objectivo de prevenir os riscos e inconvenientes resultantes da exploração dos estabelecimentos industriais, visando salvaguardar a saúde pública e dos trabalhadores, a segurança de pessoas e bens, a higiene e segurança dos locais de trabalho, a qualidade do ambiente e um correcto ordenamento do território, num quadro de desenvolvimento sustentável e de responsabilidade social das empresas.

Decreto-Lei nº 183/2007 de 9 de Maio

Altera o DL nº69/2003 que estabelece as normas disciplinadoras do exercício da actividade industrial com o objectivo da prevenção dos riscos e inconvenientes resultantes da exploração dos estabelecimentos industriais, visando salvaguardar a saúde pública e dos trabalhadores, a segurança de pessoas e bens, a higiene e segurança dos locais de trabalho, a qualidade do ambiente e um correcto ordenamento do território, num quadro de desenvolvimento sustentável e de responsabilidade social das empresas.

Decreto Regulamentar nº61/2007 de 9 de Maio

Aprova o regulamento do licenciamento da Actividade Industrial, com as alterações da indústria de tipo 4.

Decreto-Lei nº152/2004 de 20 de Junho

Estabelece o regime de intervenção das entidades acreditadas no âmbito do processo de licenciamento industrial, define os requisitos de atribuição dessa acreditação e estabelece as linhas gerais do respectivo processo de avaliação.

Portaria nº1058/2004 de 21 de Agosto

Altera a Portaria 1235/2003 de 27 de Outubro estabelece o âmbito de aplicação do seguro em articulação com os regimes de licenciamento dos estabelecimentos industriais.

Anexo 8 - Legislação de licenciamento ambiental (PCIP)

Decreto-Lei nº173/2008 de 26 de Agosto

Revoga o Decreto-lei 194/2000 que transponha para a ordem jurídica interna o Directiva nº 96/61/CE. Estabelece o regime de prevenção e controlo integrados da poluição proveniente de certas actividades e o estabelecimento de medidas destinadas a evitar ou, quando tal não for possível, a reduzir as emissões dessas actividades para o ar, a água ou o solo, a prevenção e controlo do ruído e a produção de resíduos, tendo em vista alcançar um nível elevado de protecção do ambiente no seu todo.

Portaria 1252/2001 de 20 de Julho

Estabelece a composição, as competências e o modo de funcionamento da Comissão Consultiva para a Prevenção e Controlo Integrados da Poluição, abreviadamente designada por Comissão referida no DL 173/2008 (já referida anteriormente no DL 194/2000).

Portaria nº1057/2006 de 25 de Setembro

Estabelece as taxas a cobrar às instalações sujeitas a licenciamento industrial existe já enquadramento normativo para a cobrança de taxas em contrapartida daquele trabalho de análise. No que respeita a instalações de natureza diversa, porém, mostra-se ainda necessário estabelecer as regras que definam os elementos essenciais dessa taxa e o procedimento da sua cobrança.

Portaria nº1047/2001 de 1 de Setembro

Aprova o modelo de pedido de licenciamento de actividades económicas abrangidas pelo DL 173/2008 de 26 de Agosto.

Anexo 9 - Legislação ruído

Decreto-Lei n.º 292/2000 de 14 de Novembro

Aprova o Regulamento Geral do Ruído.

Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro

Aprova o Regulamento Geral do Ruído e revoga o regime legal da poluição sonora, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 292/2000 de 14 de Novembro.

Decreto-Lei n.º 146/2006 de 31 de Julho

Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente.

Decreto-Lei n.º 182/2006 de 6 de Setembro

Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído).

Decreto-Lei n.º 291/90 de 20 de Setembro

Estabelece o regime de controlo metrológico de métodos e instrumentos de medição.

Portaria n.º 1069/89 de 13 de Dezembro

Aprova o Regulamento do Controlo Metrológico dos Sonómetros.

Portaria n.º 962/90 de 9 de Outubro

Aprova o Regulamento Geral do Controlo Metrológico.

Anexo 10 - Auditorias de Ecoeficiência: preparação antes da saída

Preparação antes da saída de campo

Verificação de material de escrita:

- i. Lista de Verificação de Ecoeficiência na Indústria
- ii. Papel de escrita para anotações
- iii. Calculadora

Verificação de batas – condições de apresentação e número de batas necessário.

Carregamento da mala de ferramentas:

- i. Analisador de corrente Fluke
- ii. Caudalímetro
- iii. Analisador de gases
- iv. Luxímetro
- v. PocketPC
- vi. Sacos para recolha de resíduos
- vii. Ferramentas variadas (chave de fendas, busca pólos, alicate, etc.)
- viii. Cronómetro
- ix. Fita métrica
- x. Metro
- xi. Lanterna
- xii. Luvas
- xiii. Panos de limpeza
- xiv. Álcool
- xv. Copo medidor
- xvi. Espelho

Carregamento de pilhas (lanterna, luxímetro).

Carregamento do telemóvel de serviço.

Nota:

O material de medida sofre alterações de acordo com o caso de estudo, pois as indústrias podem ou não possuir instrumentação de medida quer em contínuo ou descontínuo que podem ser usados pela equipa auditora.

Anexo 11 - Fluxograma do processo produtivo da indústria de vinificação e engarrafamento de vinho

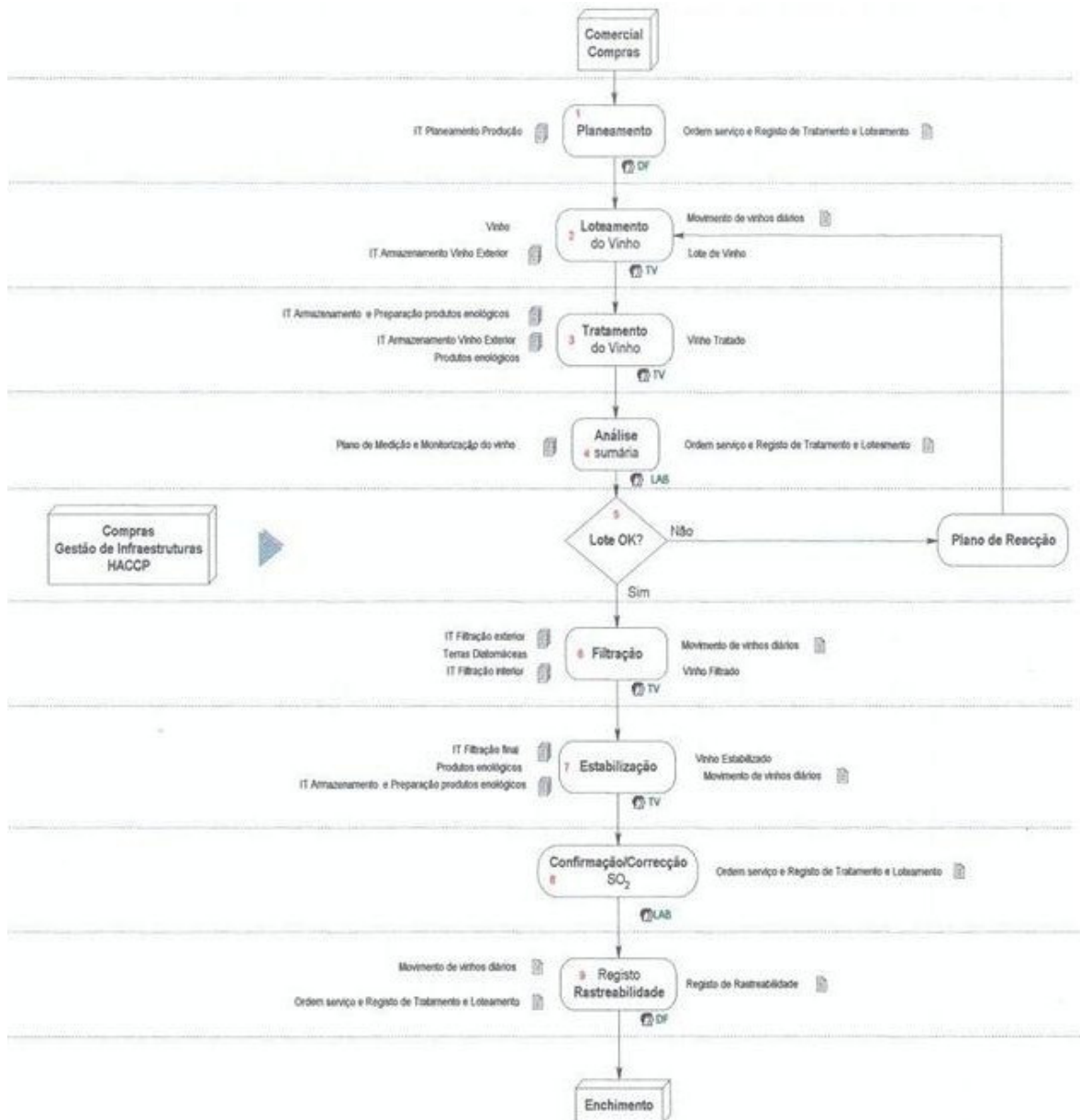


Figura 30 – Loteamento, tratamento, filtração e estabilização de vinhos.

(Fonte: Ecoinside, 2009)

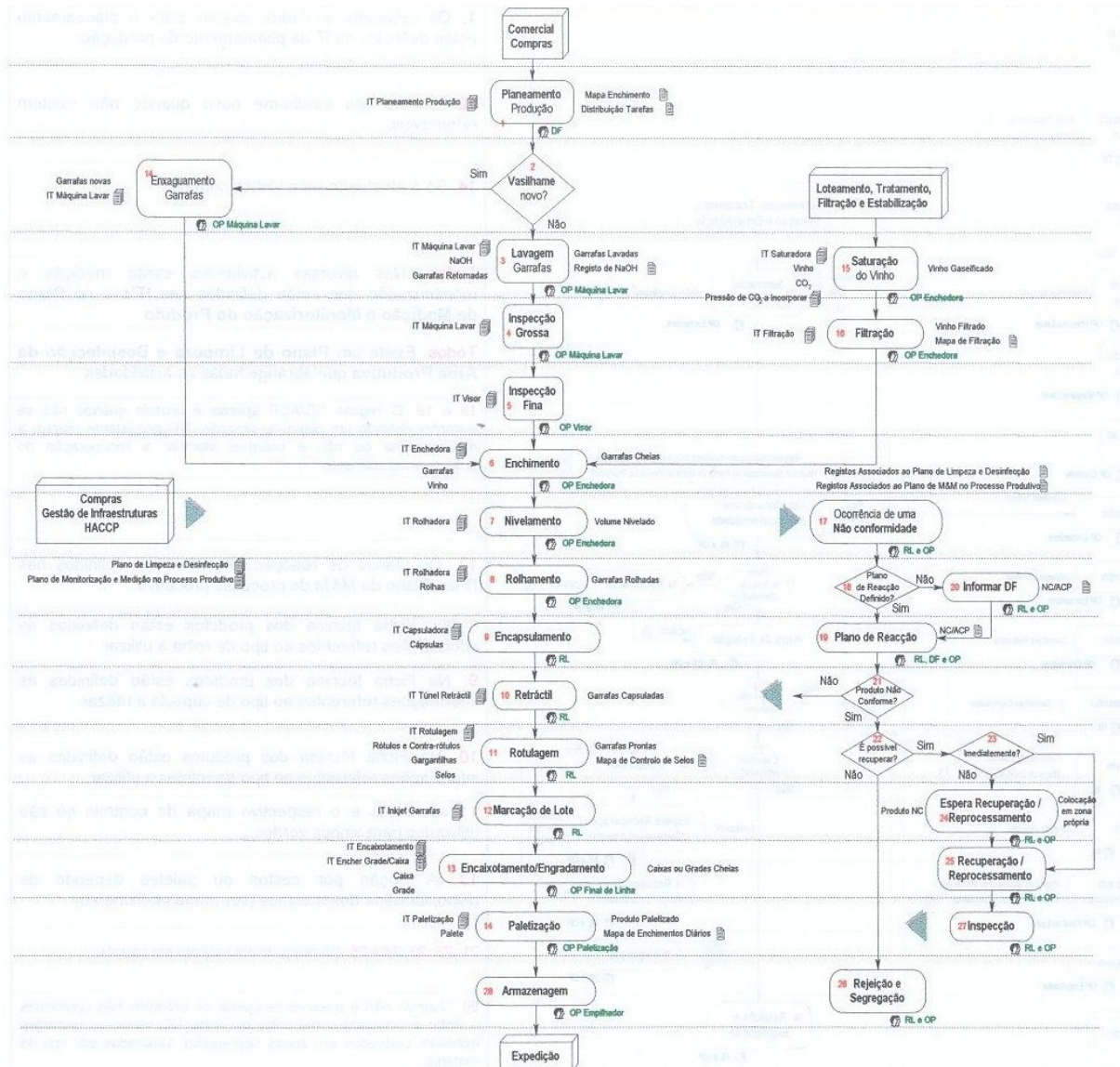


Figura 31 – Linha de engarrafamento de garrafas.
(Fonte: Ecoinside, 2009)

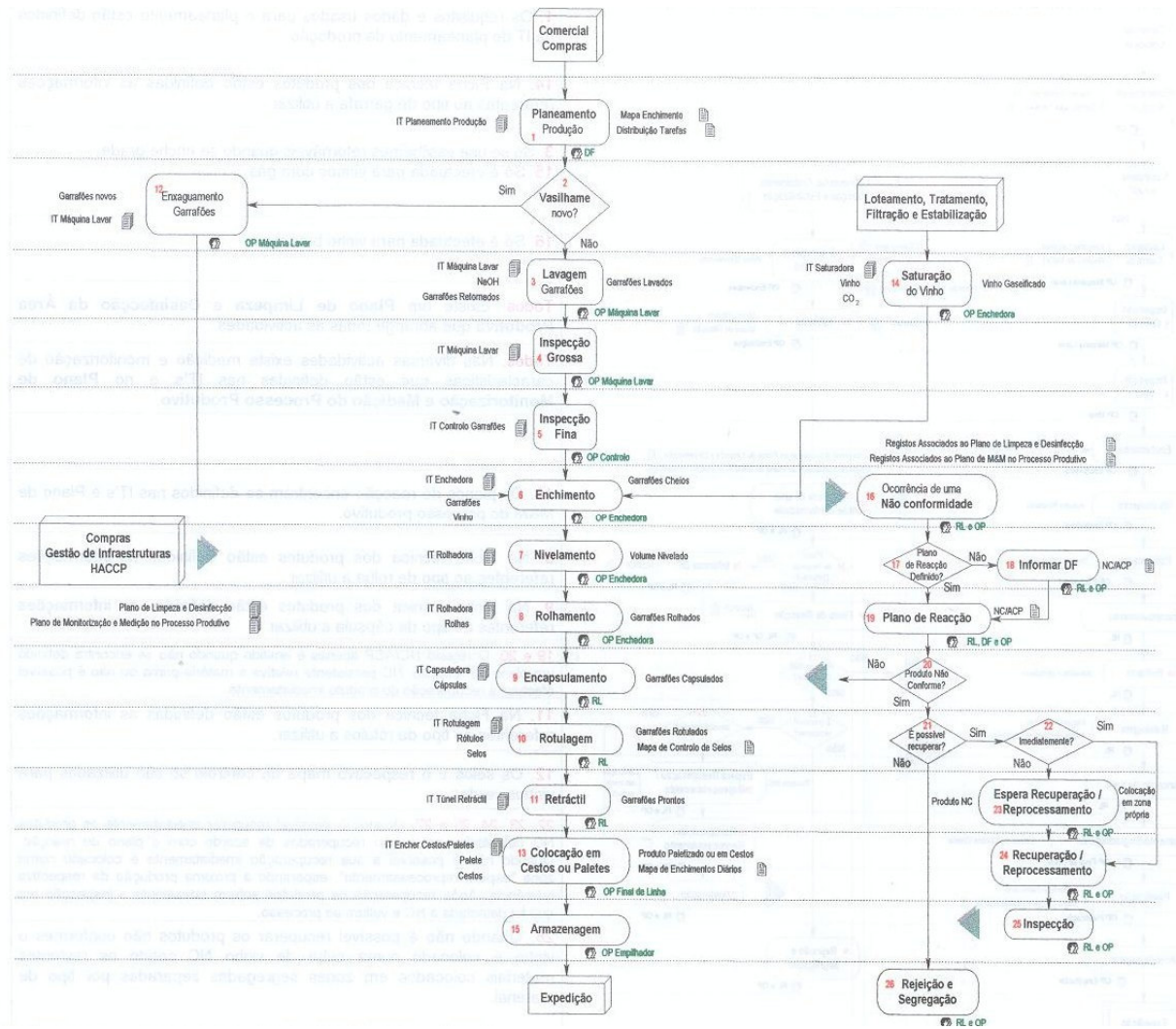


Figura 32 – Linha de engarrafamento de garrações.
(Fonte: Ecoinside, 2009)

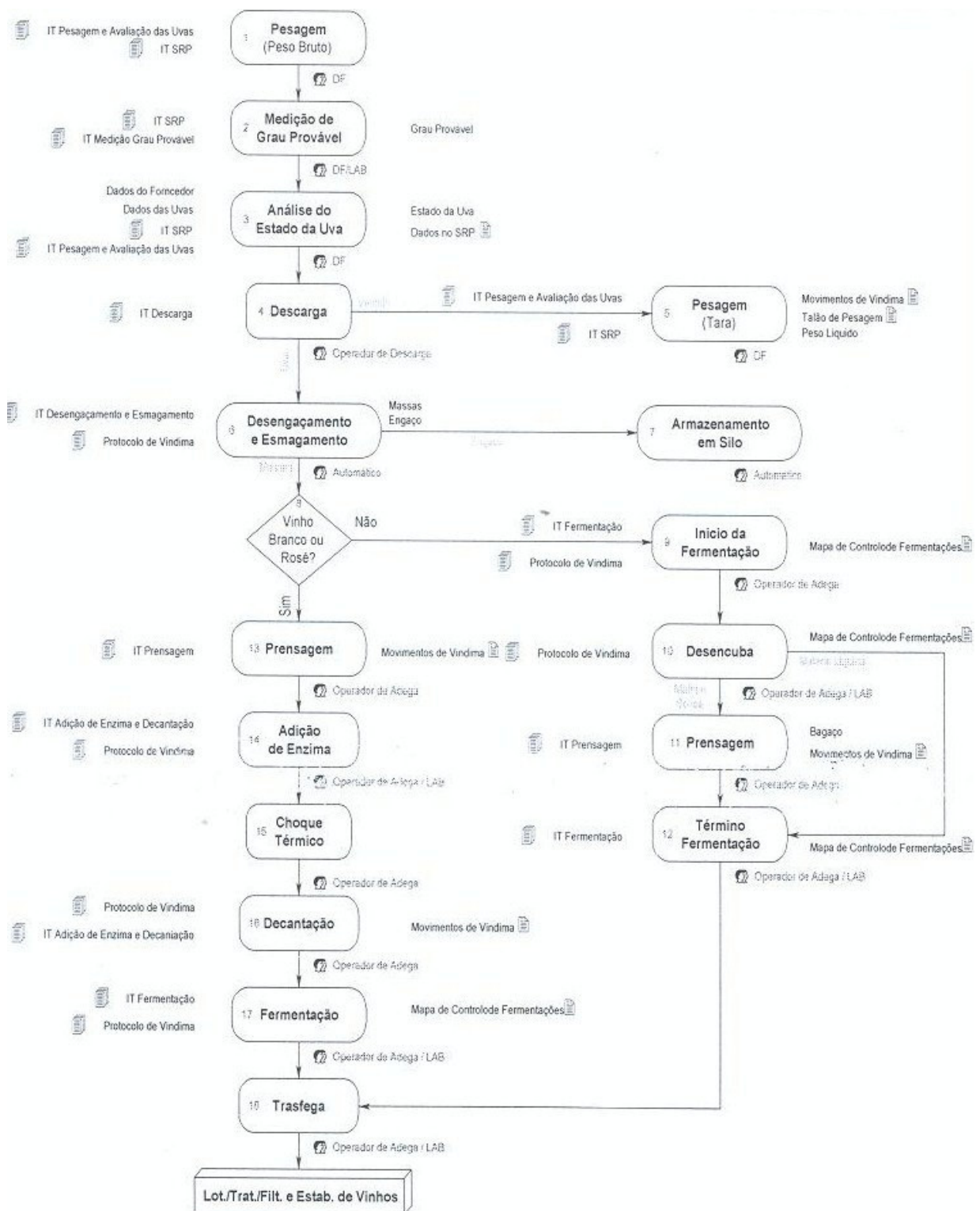


Figura 33 – Vinificação.
(Fonte: Ecoinside, 2009)

Anexo 12 - Fluxograma de processo produtivo da indústria de abate de aves e processamento de subprodutos

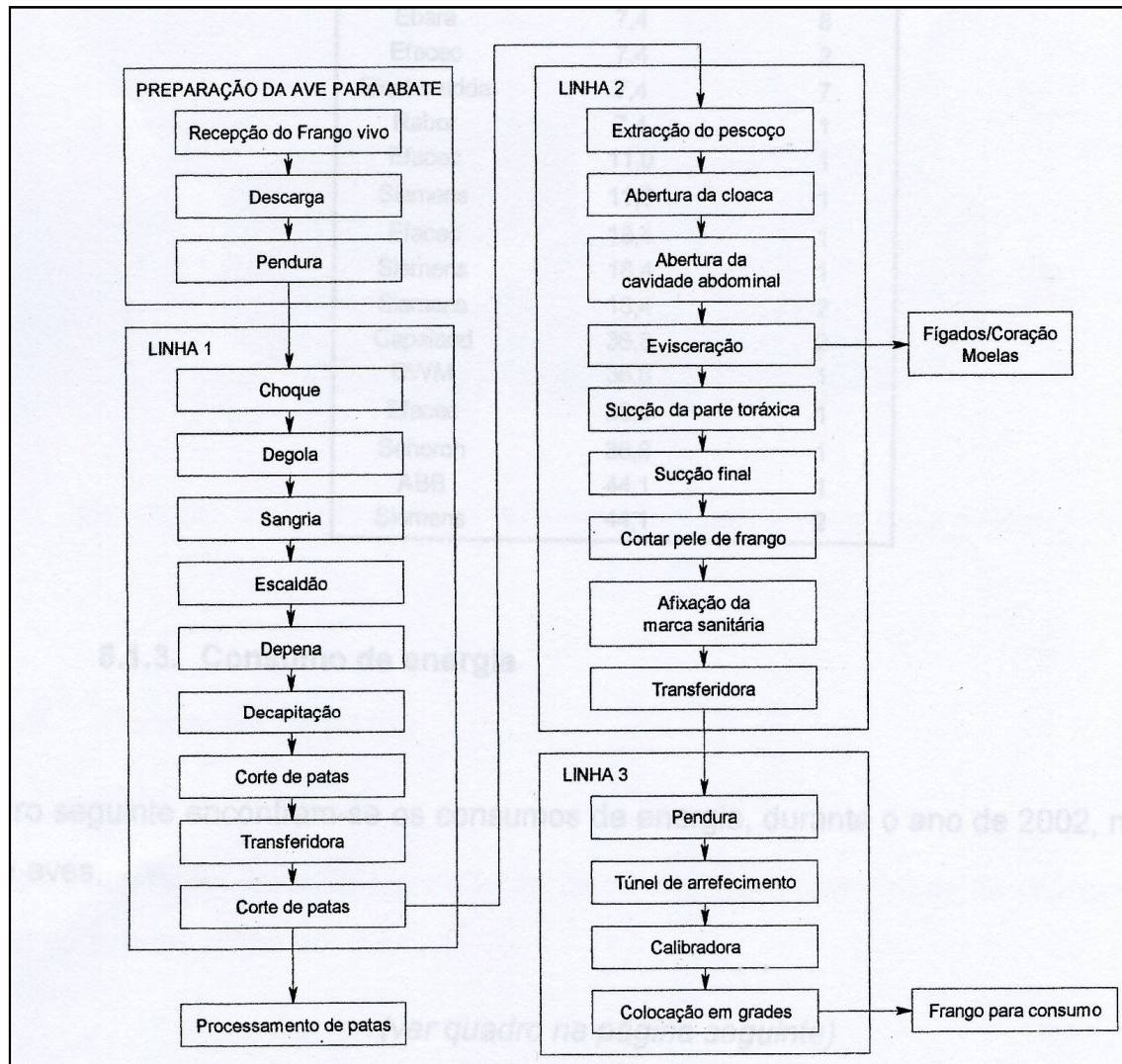


Figura 34 – Abate de aves e processamento da carne.

(Fonte: Ecoinside, 2009)

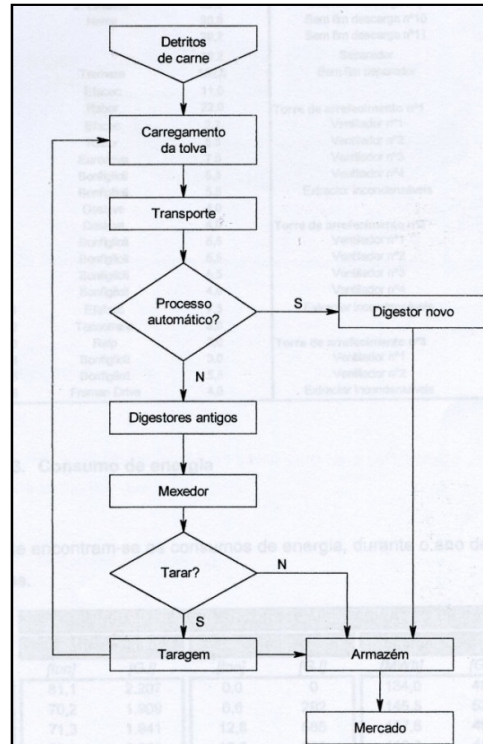


Figura 35 – Processo de farinação de subprodutos de animais terrestres.
(Fonte: Ecoinside, 2009)

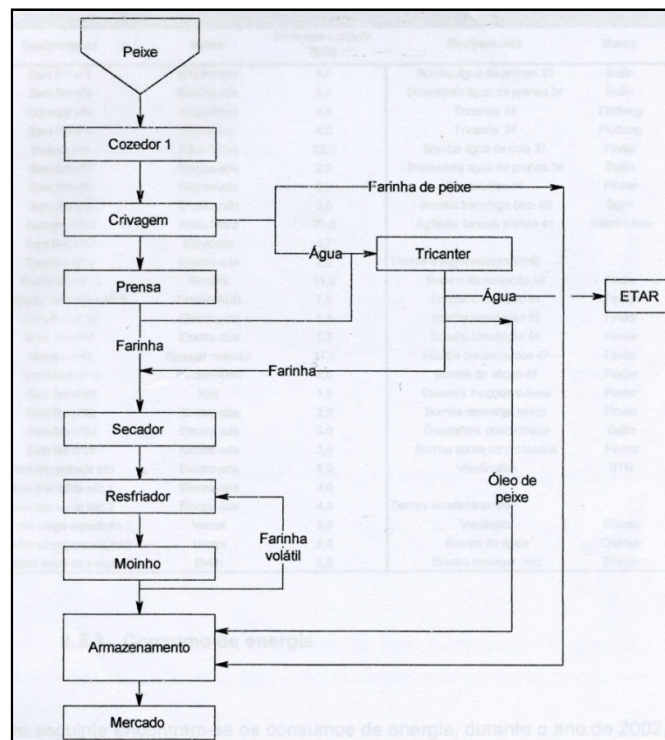


Figura 36 - Processo de farinação de subprodutos de peixe.
(Fonte: Ecoinside, 2009)